

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Juni 2001 (21.06.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/45033 A2**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G06K 9/00SCHÄPE, Arno [DE/DE]; Ganghofer Str. 23, 80339  
München (DE). SCHMIDT, Günter [DE/DE]; Jägerstr.  
11, 82008 Unterhaching (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/12681

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Dezember 2000 (13.12.2000)(74) Anwalt: RÖSS, W.; Winter, Brandl, Fürniss, Hübner,  
Röss, Kaiser, Pol, te, Alois-Steinecker-Str. 22, 85354  
Freising (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).(30) Angaben zur Priorität:  
199 60 372.3 14. Dezember 1999 (14.12.1999) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): DEFINIENS AG [DE/DE]; Rindermarkt 7, 80331  
München (DE).

## Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAATZ, Martin  
[DE/DE]; Neureutherstr. 28, 80799 München (DE).Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR PROCESSING DATA STRUCTURES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERARBEITUNG VON DATENSTRUKTUREN

(57) Abstract: The invention relates to a method for processing data structures using interlinked semantic units. Said method involves the following steps: capturing a data structure; generating, analyzing, modifying, deleting and/or storing semantic structural units and/or the interlinks thereof on the basis of the data structure that has been captured by using a knowledge base consisting of a network of semantic knowledge units. Semantic structural units and/or the interlinks thereof are classified in iterative steps. A specific type of processing can be activated on the basis of said classification, which modifies a corresponding semantic structural unit and/or a given partial link.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Verarbeitung von Datenstrukturen mittels miteinander vernetzten semantischen Einheiten offenbart, das die folgenden Schritte eines Erfassens einer Datenstruktur; und eines Erzeugens, Analysierens, Abwandeln, Löschns und/oder Speicherns von semantischen Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung aufgrund der erfaßten Datenstruktur unter Verwendung einer aus einem Netz von semantischen Wissensseinheiten bestehenden Wissensbasis aufweist. Dabei werden in iterativen Schritten semantische Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung klassifiziert und ist aufgrund dieser Klassifikation eine spezifische Verarbeitung aktivierbar, welche eine jeweilige semantische Struktureinheit und/oder ein bestimmtes Teilnetz verändert.

WO 01/45033 A2

Beschreibung

## VERFAHREN ZUR VERARBEITUNG VON DATENSTRUKTUREN

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein allgemeines computerimplementiertes Verfahren zur objektorientierten Verarbeitung von Datenstrukturen, und betrifft insbesondere ein allgemeines computerimplementiertes Verfahren, das zur Mustererkennung, Gruppierung von Datenstrukturbe-  
reichen (Objektextraktion) und Simulation anhand der zu verarbeitenden Datenstrukturen und anhand einer Wissensbasis verwendbar ist.

15 Aus Niemann H. et al.: "Knowlegde Based Image Understanding by Iterative Optimization", in KI-96, Bd. 1137, Seiten 287 bis 301, Springer-Verlag Berlin, 1996, ist es bekannt, ein semantisches Netz zur Bildinterpretation bzw. zum Image-Understanding zu verwenden. Dabei werden  
20 mittels eines anfänglichen Segmentierungsverfahrens Bildobjekte sowie deren symbolische Beziehungen, Attribute usw. ausgebildet. Das Segmentierungsverfahren wird mit von einer Aufgabe unabhängigen Wissen ausgeführt, wobei lediglich für alle oder fast alle Arten von Bildern all-  
gemeingültiges Wissen zum Beispiel über Farbe, Textur  
25 oder Form verwendet wird.

Die derart erzeugten Bildobjekte bilden eine anfängliche Beschreibung des Bilds aus. Diese anfängliche symbolisch vorliegende Beschreibung bildet somit eine  
30 Schnittstelle hinsichtlich einer wissensbasierten Verarbeitung aus. Ausgehend von der anfänglichen Beschreibung des Bilds werden Optimierungsverarbeitungen durchgeführt, um letztendlich ein semantisches Netz zu erzeugen, welches eine bestmögliche Repräsentation des in dem Bild  
35 enthaltenen Wissens ermöglicht. Diese Optimierungsverfah-

ren werden unter Verwendung von für eine jeweilige spezifische Aufgabe erforderliches a-priori-Wissen und von dessen internen Zusammenhängen durchgeführt.

- 5        Als Endergebnis der Optimierungsverarbeitungen liegt also ein semantisches Netz vor, welches eine Bildinterpretation darstellt.

10        Eine typische Schwierigkeit eines derartigen objektbasierten Bildverarbeitungsverfahrens stellt die Extraktion von derartigen Bildobjekten dar, die eine sehr gute Wiedergabe von sinnvollen Objekten in dem vorhandenen Bildmaterial entsprechend einer vorgegebenen Aufgabenstellung sind. Wie es zuvor beschrieben worden ist, werden zur Extraktion von Bildobjekten vorwissensfreie Segmentierungsverfahren verwendet, die eine Extraktion von Bildobjekten aufgrund eines Homogenitätskriteriums durchführen, das sich auf relativ allgemeine Parameter, wie zum Beispiel Farbe, Textur oder Form bezieht.

20

      Aufgrund der Heterogenität von sinnvoll zu beschreibenden Objekten in Bildmaterialien, aufgrund von Verrauschung, aufgrund von stellenweiser Verdeckung und/oder aufgrund der begrenzten Information, die für einen bestimmten Bildbereich zur Verfügung gestellt werden kann, weisen derartige objektbasierte Bildverarbeitungsverfahren dahingehend erhebliche Nachteile auf, daß sehr häufig viel umfangreichere Informationen notwendig wären, um Entscheidungen bezüglich der Bildung von Bildobjekten treffen zu können. Dies schränkt die Flexibilität und die Anwendbarkeit von derartigen objektbasierten Bildverarbeitungsverfahren ein.

35        Dies gilt nicht nur für das Gebiet der Bildverarbeitung, sondern für viele Aufgabenstellungen, bei denen eine bestimmte Information aus einer beliebigen aus Ein-

zeldaten bestehenden Datenstruktur gewonnen werden soll, da die sinnvolle Gruppierung von in der Datenstruktur enthaltenen Einzeldaten zu übergeordneten Einheiten, das heißt Strukturobjekten, entsprechend einer jeweiligen  
5 Aufgabenstellung ein notwendiger Schritt ist.

Es ist demgemäß die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein computerimplementiertes Verfahren zur Mustererkennung und objektorientierten Verarbeitung von Datenstrukturen zu schaffen, das imstande ist, eine Gruppierung von in einer Datenstruktur enthaltenen Einzeldaten mit hoher Qualität den Erfordernissen einer jeweiligen Aufgabenstellung entsprechend durchzuführen.

15 Diese Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Genauer gesagt weist das erfindungsgemäße Verfahren zur Verarbeitung von Datenstrukturen mittels miteinander vernetzten semantischen Einheiten, die folgenden Schritte eines Erfassens einer Datenstruktur; und eines Erzeugens, Analysierens, Abwandeln, Löschns und/oder Speicherns von semantischen Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung aufgrund der erfaßten Datenstruktur unter Verwendung  
20 einer aus einem Netz von semantischen Wissensseinheiten bestehenden Wissensbasis auf. Dabei werden in iterativen Schritten semantische Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung klassifiziert und ist aufgrund dieser Klassifikation eine spezifische Verarbeitung aktivierbar, welche eine jeweilige semantische Struktureinheit und/oder  
25 ein bestimmtes Teilnetz verändert.

Insbesondere besteht ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung darin, daß sie erlaubt, lokal  
35 hochspezifische Analysen oder lokal hochspezifische Prozessierungen durchzuführen, wobei jeweils auch bestimmte

Teilnetze, wie zum Beispiel die vernetzte Umgebung, mit  
einbezogen werden kann. Auf diese Weise ist es möglich,  
Entscheidungen zu treffen und Prozessierungen durchzuführen,  
die letztlich den Erfordernissen einer jeweiligen  
5 auch schwierigeren Aufgabenstellung in Bezug auf die Qualität  
von Gruppierung von Einzeldaten und von Klassifikation  
gerecht werden. Darüber hinaus besteht ein wesentlicher  
Vorteil darin, daß mit dem vorliegenden Verfahren  
auch nicht direkt in der erfaßten Datenstruktur enthal-  
10 tene Informationen ergänzt werden können.

Erfindungsgemäß wurde ferner erkannt, daß in vielen  
Fällen eine sinnvolle Gruppierung von Einzeldaten aus der  
Datenstruktur zu Strukturobjekten, die ein Typus der  
15 Struktureinheiten sind, häufig scheitert, da eine derartige  
Gruppierung ein sehr aufwendiges Verfahren der Strukturbildung  
und eine sehr komplexe Verarbeitung in mehreren Teilschritten  
erfordert. Insbesondere können sich Kriterien, nach denen  
Strukturobjekte erzeugt  
20 und/oder verändert werden, von Strukturobjekt zu Strukturobjekt  
unterscheiden, oder können diese Kriterien abhängig von einem  
jeweiligen lokalen Kontext bzw. Zusammenhang eines Strukturobjekts  
und/oder seiner Klassifikation sein.

25 Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist die Struktur  
von semantischen Netzen, mittels denen Strukturobjekte  
klassifiziert und aufgrund dieser Klassifikation Verfahren  
gestartet werden, welche die jeweiligen Strukturobjekte  
30 und/oder bestimmte Teilnetze, wie zum Beispiel die vernetzte  
Umgebung, verändern. Auf diese Weise können ausgehend von der  
zu verarbeiteten Datenstruktur Strukturobjekte ausgebildet  
und/oder verändert werden, wobei Kriterien für eine weitere  
Klassifikation und/oder Verarbeitung  
35 bzw. Prozessierung auf die vorhergehenden Schritte Bezug  
nehmen, indem zum Beispiel Eigenschaften

von zuvor erzeugten und miteinander vernetzten Struktur-  
objekten in Beziehung gesetzt werden.

5       Daher können zum Beispiel in einem ersten Schritt  
Einzeldaten aufgrund eines einfachen Kriteriums zu Struk-  
turobjekten gruppiert werden. Die derart erzeugten Struk-  
turobjekte weisen neue Eigenschaften, wie zum Beispiel  
eine Ausdehnung, eine Varianz der in den Strukturobjekten  
10       enthaltenen Einzeldaten oder Beziehungen zu anderen ver-  
netzten Strukturobjekten auf, die zu einer weiteren Klas-  
sifikation und/oder Verarbeitung verwendet werden können.

15       Mittels eines hierarchischen Netzes von Strukturein-  
heiten kann eine Information der zugrundeliegenden Daten-  
struktur entsprechend deren Topologie in unterschied-  
lichen Auflösungen gleichzeitig repräsentiert werden, wo-  
bei ein Strukturobjekt, das ein Typus der Struktureinhei-  
ten ist, jeweils mit jeweiligen Nachbar-, Unter- und/oder  
Ober-Strukturobjekten von ihm über Verknüpfungsobjekte  
20       verknüpft ist, die ebenfalls ein Typus der Strukturein-  
heiten sind. Aufgrund dieses hierarchischen Netzes von  
Struktureinheiten stehen weitere Informationen zur Verfü-  
gung, die dadurch erhalten werden, daß über Merkmale Be-  
ziehungen zwischen Strukturobjekten beschrieben und aus-  
25       gewertet werden. Genauer gesagt kann in dem hierarchi-  
schen Netz von Struktureinheiten Information entlang von  
mittels der Verknüpfungsobjekte erzeugten Verknüpfungen  
prozessiert werden.

30       Ferner gibt es ein Netz von Wissensseinheiten. Um eine  
in einer Datenstruktur enthaltene Information prozessie-  
ren zu können, werden die beiden Netze von semantischen  
Struktureinheiten und von semantischen Wissensseinheiten  
miteinander verschränkt.

35

Wesentlich sind also die Arten der semantischen Ein-

heiten aus den derartige Netze aufgebaut sind, die entsprechenden Netzstrukturen, und auf welche Weise Information prozessiert werden muß, um derartige Netze und die in ihnen enthaltenen semantischen Einheiten erzeugen, verändern und informationell nutzen zu können.

Strukturobjekte sind entweder jeweils eindeutig an einen bestimmten topologischen Bereich der erfaßten Datenstruktur gebunden und repräsentieren diesen und/oder Eigenschaften von ihm oder sie sind nicht oder nicht ausschließlich an einen bestimmten Bereich der erfaßten Datenstruktur gebunden, sondern ergänzen eine in der Datenstruktur nicht direkt enthaltene Information.

Über Strukturobjekte ergibt sich damit die Möglichkeit, eine lokale, den jeweiligen Bereich der erfaßten Datenstruktur betreffende Prozessierung durchzuführen. Die Strukturobjekte können auf unterschiedliche Weise untereinander und/oder mit anderen semantischen Einheiten verknüpft sein. Eine Klassifikation kann einerseits hinsichtlich von Eigenschaften von Strukturobjekten selbst und/oder andererseits hinsichtlich von Relationen zu Eigenschaften von anderen Strukturobjekten oder allgemein anderen semantischen Einheiten entlang von Verknüpfungen erfolgen.

Durch die Klassifikation von Verknüpfungen, das heißt einer lokalen Kontextinformation, ergibt sich eine bedeutsame Erhöhung der Möglichkeiten, Information zu beschreiben und zu prozessieren. Insbesondere ist es möglich, Prozessierungsschritte lokal unterschiedlich, das heißt an lokale Gegebenheiten angepaßt, handzuhaben. Dies bedeutet, daß bezüglich des Prozessierens lokale Entscheidungen getroffen werden, denen eine lokale Analyse vorhergeht. Es findet also ein dauerhaftes Wechselspiel zwischen lokalen Analysen, sich daraus ergebenden Klassi-

fikationen und sich aufgrund der lokalen Klassifikation ergebenden lokalen Prozessen statt.

Die Möglichkeit derartiger lokaler Prozessierung  
5 schließt selbstverständlich globale Prozessierungsschritte nicht aus.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann an einer beliebigen Datenstruktur angewendet werden, wobei ein Verarbeiten einer erfaßten Datenstruktur ein Handhaben, Analysieren, Wiedergeben, Beschreiben, Komprimieren und/oder  
10 Speichern der Datenstruktur beinhaltet. Dies schließt Datenbankanwendungen mit ein.

15 Die Verarbeitung der in einer Datenstruktur enthaltenen Information erfolgt im wesentlichen objektorientiert.

Eine derartige beliebige Datenstruktur können zum Beispiel statistische Daten oder technisch mittels von  
20 Sensoren erzeugte Daten sein.

Es kann sich zum Beispiel auch um eine beliebige digitale Bildinformation handeln. Diese digitale Bildinformation kann eine beliebige Bildgebung, eine beliebige Dimensionalität, wie zum Beispiel eindimensional, zweidi-  
25 mensional, dreidimensional, eine beliebige Kanalzahl und/oder Zeitfolgen aufweisen.

Zusammenfassend ist also anzumerken, daß die Vorteile  
30 des erfindungsgemäßen Verfahrens in den Möglichkeiten des Gruppierens von Einzeldaten und damit des Verarbeitens von Datenstrukturen in unterschiedlichen Auflösungen gleichzeitig, den Möglichkeiten des Berücksichtigens von lokaler Kontextinformation bei einem Prozessieren unter  
35 Nutzung der durch sinnvolle Vernetzung nutzbar gemachten Information und den Möglichkeiten des Anwendens von lokal



unterschiedlichen und spezifischen Prozessierungsschritten liegen. Ferner ist anzumerken, daß das erfindungsgemäße Verfahren auch für eine Simulation auf Inhalten von Datenstrukturen, wie zum Beispiel Bildinhalten, verwendet  
5 werden kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

10 Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt:

15

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines hierarchischen Netzes von Struktureinheiten gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

20

**Fig. 2** eine Repräsentation einer Bildinformation durch Strukturobjekte in unterschiedlichen Auflösungen entsprechend der Darstellung in Fig. 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

25

**Fig. 3** eine lokale Operation "Fusion" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

30

**Fig. 4** eine lokale Operation "Gründen" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

35

**Fig. 5** eine lokale Operation "Einhängen eines Nachbarn

als Unter-Strukturobjekt" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

5

Fig. 6 eine lokale Operation "Ausgliedern" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

10

Fig. 7 eine lokale Operation "Einhängen eines neuen Unter-Strukturobjekts" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

15

Fig. 8 eine lokale Operation "Randoptimierung" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

20

Fig. 9 ein Beispiel einer vernetzten Umgebung eines klassifizierten Strukturobjekts und eines entsprechenden Klassenobjekts in schematischer Darstellung;

25

Fig. 10 ein Beispiel einer Anordnung von Klassenobjekten in einer Vererbungshierarchie gemäß der Darstellung in Fig. 9;

30

Fig. 11 ein Beispiel einer Anordnung der Klassenobjekte von Fig. 10 in einer Gruppierungshierarchie;

35

Fig. 12 eine Darstellung eines Original-Ausschnitts aus

einem Satellitenbild;

Fig. 13 eine Darstellung der Strukturobjekte in dem gleichen Bildausschnitt wie in Fig. 12;

5

Fig. 14 eine Darstellung, in der gleiche Strukturobjekte gemäß der Gruppierungshierarchie in Fig. 11 in der Farbe des jeweils mit ihnen verknüpften Klassenobjekts eingefärbt sind, in dem gleichen Bildausschnitt wie in Fig. 12; und

10

Fig. 15 eine Darstellung, in der gleiche Strukturobjekte gemäß der Gruppierungshierarchie in Fig. 11 in der Farbe der in der Gruppierungshierarchie nächsthöheren Klassenobjekte eingefärbt sind, in dem gleichen Bildausschnitt wie in Fig. 12.

15

Bezüglich der in dieser Anmeldung verwendeten Begriffe "semantisches Netz", "semantische Einheit", "Verknüpfungsobjekt" und "Prozessierungsobjekt" wird auf die Anmeldung des Anmelders der vorliegenden Erfindung mit dem amtlichen Aktenzeichen 199 08 204.9 mit dem Titel "Fraktales Netz n-ter Ordnung zum Behandeln komplexer Strukturen", eingereicht am 25. Februar 1999, und auf die Anmeldung des Anmelders der vorliegenden Erfindung mit dem amtlichen Aktenzeichen 199 175 92.6 mit dem Titel "Situationsabhängig operierendes semantisches Netz n-ter Ordnung", eingereicht am 19. April 1999, verwiesen, wobei die Begriffe "semantisches Netz" und "fraktales Netz" als gleichbedeutend anzusehen sind, die Begriffe "Januseinheit" und "Prozessierungsobjekt" als gleichbedeutend anzusehen sind und die Begriffe "Verknüpfungseinheit" und "Verknüpfungsobjekt" als gleichbedeutend anzusehen sind. Die in vorstehend genannten Anmeldungen offenbarten Merkmale bezüglich des Auf-

20

25

30

35

baus und der Funktionsweise des "fraktalen Netzes", des "semantischen Netzes", der "semantischen Einheit", der "Verknüpfungseinheit" und der "Januseinheit" gelten als in dieser Anmeldung durch Verweis eingeschlossen.

5

Vorab ist anzumerken, daß das nachstehend beschriebene Verfahren sowohl auf einem einzelnen Computer als auch auf einem verteilten Netz von Computern, wie zum Beispiel einem LAN oder WAN, implementiert werden kann, wobei im letzteren Fall des Netzes von Computern die Bestandteile des semantischen Netzes sowohl zentral als auch dezentral vorliegen können. Das nachstehend beschriebene Verfahren kann also allgemein als computerimplementiertes Verfahren bezeichnet werden, das eine erfaßte Datenstruktur verarbeitet.

Ferner ist anzumerken, daß, obgleich das nachstehend beschriebene Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Verarbeitung einer Bildinformation beschreibt, die vorliegende Erfindung nicht auf diesen Anwendungsbereich beschränkt ist. Vielmehr kann das erfindungsgemäße Verfahren an allen Datenstrukturen angewendet werden, die Einzeldaten enthalten, die in einem topologischen Zusammenhang stehen. Zum Beispiel können die Datenstrukturen Tondaten oder statistisch erhobene Daten (Data-Mining) sein.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, daß in vielen Anwendungsfällen sinnvoll zu beschreibende Objekte in Datenstrukturen, das heißt Gruppierungen von Einzeldaten, zum Beispiel in digitalen Bildmaterialien, oft sehr schwer automatisch vorzunehmen sind. Sie können heterogen oder zum Teil verdeckt sein, es kann eine sehr aufwendige Semantik erforderlich sein, um zu beschreiben, welche Einzeldaten einer Datenstruktur, zum Beispiel Bildpunkte, zu einem bestimmten Objekt gehören, und/oder es unter-

scheiden sich Kriterien, die es zulassen, daß Objekte extrahiert werden können, zwischen unterschiedlichen Objektklassen in der gleichen Datenstruktur. Zum Beispiel wird mit dem nachstehend beschriebenen Verfahren eine Extrapolationsmöglichkeit geschaffen, die es zuläßt, daß Informationen, die nicht direkt in der erfaßten Datenstruktur enthalten sind, ergänzt werden können.

Ferner werden viel umfangreichere Informationen verwendet, um Entscheidungen zu treffen, als nur Informationen, die durch ein Strukturobjekt für sich alleine wiedergegeben werden können, wie zum Beispiel im Fall der Bildverarbeitung Farbe, Textur oder Form. Vielmehr sind es sehr häufig die Relationen oder Beziehungen, in denen zum Beispiel im Fall der Bildverarbeitung ein Bildbereich zu anderen Bildbereichen steht, die eine Entscheidung überhaupt erst ermöglichen. Eine derartige Beziehung kann zum Beispiel eine Einbettung in eine bestimmte Umgebung, eine Lagebeziehung, die Beziehung bestimmter Eigenschaften eines Objekts zu anderen Objekten oder eine Zusammensetzung von bestimmten Teilbereichen sein.

Demgemäß erfolgen in dem nachstehend beschriebenen Verfahren Verarbeitungsschritte nicht alleine nach globalen Kriterien, sondern werden diese auch spezifisch und lokal vorgenommen. Lokale Verarbeitung wird dabei durch Strukturobjekte, das heißt, die objekthafte Repräsentation eines Bereichs der erfaßten Datenstruktur, zum Beispiel einer Gruppe von Bildpunkten und damit eines Bildbereichs, ermöglicht.

Erst über derartige Strukturobjekte, die stellvertretend einen ganz bestimmten topologischen Bereich der Datenstruktur repräsentieren, können Entscheidungen und Prozessierungen bzw. Verarbeitungen lokal spezifisch durchgeführt werden. Zum Beispiel können Bildbereiche in

Beziehung zueinander gebracht werden, indem Eigenschaften jeweiliger Strukturobjekte verglichen werden. Schließlich ist es möglich, über eine Klassifikation von Strukturobjekten lokal und spezifisch zu arbeiten. Zum Beispiel  
5 kann ein Bildbereich, der über sein Strukturobjekt einer Klasse "Wald" zugeordnet worden ist, mit einer "Wald-Logik" weiterverarbeitet werden. Das Verfahren baut also auf einer objektbasierten Verarbeitung von Bildinformation auf.

10

Die vorhergehenden Ausführungen werden aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung des Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung deutlicher ersichtlich.

15

Ein wesentliches Merkmal des nachfolgend beschriebenen Verfahrens ist die formal unabhängige Betrachtung eines Netzes, das aus semantischen Wissensseinheiten besteht und die für eine Analyse und Prozessierung notwendige Wissensbasis enthält, und eines hierarchischen Netzes von  
20 semantischen Struktureinheiten, in denen die in der zu bearbeitenden Datenstruktur enthaltene Information (Einzeldaten) mittels Strukturobjekten in unterschiedlicher Auflösung gleichzeitig und darüber hinaus vernetzt vorliegt.

25

Für eine Prozessierung der in einer Datenstruktur enthaltenen Information werden diese beiden Netze von semantischen Struktureinheiten und von semantischen Wissensseinheiten immer wieder in gleicher oder unterschiedlicher Weise miteinander verschränkt.  
30

Ein wesentliches Merkmal des nachfolgend beschriebenen Verfahrens ist daher die Art von semantischen Einheiten, aus denen die semantischen Netze aufgebaut werden,  
35 die entsprechenden Netzstrukturen, und wie Information verarbeitet werden muß, damit derartige Netze und die in

ihnen enthaltenen Einheiten erzeugt, verändert und informationell genutzt werden können.

Um die Struktur der in dieser Anmeldung verwendeten  
5 semantischen Netze zu verdeutlichen, werden nachstehend  
zuerst die "Bausteine" eines semantischen Netzes, die semantischen Einheiten erläutert. Semantische Einheiten dienen der Aufnahme von Informationsinhalten und es gibt bei diesem Verfahren im wesentlichen sechs unterschied-  
10 liche Grundtypen von semantischen Einheiten, das heißt  
Strukturobjekte, Verknüpfungsobjekte, Klassenobjekte, Analyseobjekte, Prozessierungsobjekte und Merkmalsobjekte.

15 Strukturobjekte sind entweder jeweils eindeutig an  
eine bestimmten topologischen Bereich der erfaßten Datenstruktur gebunden und repräsentieren diesen und/oder Eigenschaften von ihm oder sie sind nicht oder nicht ausschließlich an einen bestimmten Bereich der erfaßten Datenstruktur gebunden, sondern ergänzen eine in der Datenstruktur nicht direkt enthaltene Information.  
20

Verknüpfungsobjekte verknüpfen jeweils zwei beliebige semantische Einheiten derart miteinander, daß die Art und  
25 der Informationsinhalt eines jeweiligen Verknüpfungsobjekts die Beziehung der zwei semantischen Einheiten zueinander bestimmt.

Klassenobjekte repräsentieren eine Klasse und wenden  
30 insbesondere mit ihnen verknüpfte Analyseobjekte und/oder Prozessierungsobjekte auf semantische Einheiten an. Mittels der Klassenobjekte können semantische Einheiten analysiert, klassifiziert, unterschieden, einer Klasse zugeordnet und/oder selbst oder bestimmte Teilnetze  
35 verändert werden. Ein Klassenobjekt kann auch Attribute auf ihm zugeordnete semantische Einheiten übertragen.

Klassenobjekte stellen die Grundeinheit für den immer wieder auf das Neue stattfindenden Zyklus "Analyse-Entscheidung-Prozessierung" dar.

5        Analyseobjekte beinhalten durch Verknüpfung zu Merkmalsobjekten Auswertealgorithmen, mit denen sie diejenigen semantischen Einheiten, mit denen sie verknüpft sind, und/oder bestimmte Teilnetze, zum Beispiel die jeweilige vernetzte Umgebung, analysieren. Analyseobjekte sind insbesondere an Klassenobjekte gebunden und werden auf die-  
10        jenen semantischen Einheiten angewendet, mit denen das jeweilige Klassenobjekt analysierend verbunden ist.

      Prozessierungsobjekte beinhalten jeweils Prozessierungsalgorithmen, mit denen sie diejenigen semantischen  
15        Einheiten, mit denen sie verknüpft werden, und/oder bestimmte Teilnetze, zum Beispiel die jeweilige vernetzte Umgebung, verändern, sowie Ablaufsteuerungen bezüglich dieser Algorithmen. Prozessierungsobjekte sind insbesondere an Klassenobjekte gebunden und werden auf die-  
20        jenen semantischen Einheiten angewendet, mit denen das jeweilige Klassenobjekt prozessierend oder eventuell zuordnend verbunden ist.

25        Merkmalsobjekte enthalten Merkmalsbeschreibungen und Auswertealgorithmen zum Zwecke von lokalen Analysen. Derartige Merkmale und Auswertealgorithmen beinhalten zum Beispiel Attribute oder Schablonen.

30        Semantische Einheiten weisen einen Informationsinhalt auf. Dieser Informationsinhalt untergliedert sich in die drei Bereiche der Kennzeichnung bzw. der eindeutigen Adressierung (ID), der Daten und Funktionen der semantischen Einheit (DF) und der Auflistung aller Verknüpfungs-  
35        objekte, die eine jeweilige semantische Einheit mit anderen semantischen Einheiten verbinden. Die Auflistung der



Verknüpfungsobjekte in einer semantischen Einheit kann zum Beispiel auch in einer gegliederten Form vorliegen, so daß die durch Verknüpfungsobjekte realisierten Beziehungen inhaltlich geordnet sind.

5

Der Begriff der semantischen Struktureinheiten faßt Strukturobjekte, deren Verknüpfungen untereinander und Netze/Teilnetze von semantischen Struktureinheiten zusammen. Der Begriff der semantischen Wissensseinheiten faßt  
10 Merkmalsobjekte, Analyseobjekte, Prozessierungs-objekte, Klassenobjekte und deren Verknüpfungen untereinander zusammen.

Ein wesentlicher Begriff ist der Begriff eines  
15 "bestimmten Teilnetzes", unter dem hier und im weiteren Verlauf alle weiteren semantischen Struktureinheiten eines bestimmten Typus und/oder einer bestimmten Klassifikation in einer bestimmten Entfernung zu verstehen sind, die ausgehend von einer oder mehreren bestimmten  
20 semantischen Struktureinheiten direkt oder indirekt über andere semantischen Einheiten mit diesen verknüpft sind. Bei einem "bestimmten Teilnetz" kann es sich insbesondere auch um die vernetzte Umgebung einer semantischen Struktureinheit handeln.

25

Eine erste semantische Einheit wird zum Beispiel dann als einer vernetzten Umgebung einer zweiten semantischen Einheit zugehörig definiert, wenn eine Entfernung zwischen diesen kleiner als ein vorgegebener oder berechneter Wert, das heißt ein Grenzwert, ist. Dabei hängt ein  
30 Maß der Entfernung von Informations- und/oder Bedeutungsinhalten der semantischen Einheiten ab, über die die zweite semantische Einheit von der ersten semantischen Einheit aus erreichbar ist. Zum Beispiel ist es möglich,  
35 das Maß der Entfernung mit Gewichtungen in Verknüpfungsobjekten zu berechnen, wobei in diese Berechnung ebenso

der Typus des Verknüpfungsobjekts eingehen kann.

Eine derartige gewichtete Verknüpfung wird zum Beispiel durch Eintragen einer Gewichtung in den Informationsinhalt einer semantischen Einheit realisiert. Die vernetzte Umgebung wird dann derart definiert, daß ausgehend von einer semantischen Einheit alle anderen direkt oder indirekt mit dieser semantischen Einheit verknüpften semantischen Einheiten zu der vernetzten Umgebung dieser semantischen Einheit gehören, die bei einem Aufmultiplizieren der Gewichtungen entlang des Verknüpfungswegs erreichbar sind, ohne daß ein vorbestimmter Schwellenwert über- bzw. unterschritten wird.

Wie es bereits zuvor erwähnt worden ist, verknüpfen Verknüpfungsobjekte semantische Einheiten untereinander. Verknüpfungsobjekte sind eine wichtige Voraussetzung, um eine Bildsemantik zu modellieren und zu verarbeiten. Im einfachsten Fall ist ein Verknüpfungsobjekt eine Kennzeichnung bzw. ID, ein Zeiger bzw. Pointer oder eine logische Verknüpfung.

Die Art eines Verknüpfungsobjekts ist wesentlich verantwortlich für die Qualität einer Verknüpfung. Die Art eines Verknüpfungsobjekts ist durch eine Bezeichnung des Verknüpfungsobjekts in dem jeweiligen Informationsinhalt und/oder durch den Ort oder die Auflistung in einer semantischen Einheit festgelegt, mit der das Verknüpfungsobjekt verbunden ist. Bestimmte Typen von Verknüpfungsobjekten kennzeichnen jeweils ein Teilnetz bzw. einen Teilraum in einem fraktalen Netz mit hierarchischer Struktur.

Die durch Verknüpfungsobjekte realisierte Beziehung von zwei semantischen Einheiten muß nicht symmetrisch, das heißt in beide Richtungen eineindeutig, sein, wie zum Beispiel eine Beziehung "ist Nachbar von", sondern ist in

den meisten Fällen vielmehr unsymmetrisch, daß heißt in beide Richtungen eindeutig, wie zum Beispiel eine Beziehung "ist Unterobjekt von" und "ist Oberobjekt von".

5        Es ist darauf hinzuweisen, daß Verknüpfungsobjekte wiederum über weitere Verknüpfungsobjekte verknüpft sein können. Dies führt zu einer allgemeinen fraktalen Struktur des Netzes. Im einzelnen können also semantische Einheiten über Verknüpfungsobjekte mit semantischen Einheiten  
10        ten verknüpft sein, können semantische Einheiten über Verknüpfungsobjekte mit Verknüpfungsobjekten verknüpft sein und können Verknüpfungsobjekte über Verknüpfungsobjekte mit Verknüpfungsobjekten verknüpft sein. Dies führt zu einer fraktalen Struktur eines semantischen Netzes.

15

Die wichtigsten Typen von Verknüpfungsobjekten werden nachstehend detaillierter beschrieben.

20        Ein Verknüpfungsobjekt von Typus VS verknüpft Strukturobjekte miteinander.

25        Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VSH verknüpft Strukturobjekte hierarchisch miteinander und stellt eine unsymmetrische Verknüpfung dar, die zwischen Ober-Strukturobjekten und Unter-Strukturobjekten unterscheidet.

30        Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VSN verknüpft benachbarte Strukturobjekte miteinander und stellt eine symmetrische Verknüpfung dar. Unter dem Begriff "benachbart" sind hierbei Strukturobjekte der gleichen Hierarchieebene in dem hierarchischen Netz von Strukturobjekten zu verstehen.

35        Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VK stellt eine Klassenverknüpfung dar, die eine semantische Einheit mit einem Klassenobjekt verknüpft.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VKA stellt eine klassifizierende Verknüpfung dar, die einen in einem mit einem jeweiligen Klassenobjekt verknüpften Analyseobjekt  
5 enthaltenen Auswertalgorithmus auf semantische Struktureinheiten und/oder bestimmte Teilnetze anwendet.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ stellt eine zuordnende Klassenverknüpfung dar, die eine semantische  
10 Einheit einem Klassenobjekt und damit der durch das Klassenobjekt repräsentierten Klasse zuordnet. Ihre Bedeutung kann als "ist im allgemeinen" und "ist im speziellen" ausgedrückt werden, wodurch sie gleichbedeutend zu einem Verknüpfungsobjekt vom Typus VSH ist, die bereits erläutert  
15 t worden ist. Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ kann Attribute von dem jeweiligen Klassenobjekt auf die verknüpft semantische Einheit übertragen.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VKP stellt eine verarbeitende bzw. prozessierende Klassenverknüpfung dar, die einen in einem mit einem jeweiligen Klassenobjekt verknüpften Prozessierungsobjekt enthaltenen Prozessierungsalgorithmus auf die semantische Einheit und/oder bestimmte Teilnetze anwendet.

25

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄ stellt eine Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die Klassenobjekte entlang einer Ähnlichkeit von Merkmalsbeschreibungen hinsichtlich Analyseobjekten oder von Prozessierungsalgorithmen hinsichtlich Prozessierungsobjekten untereinander verknüpft,  
30 wodurch eine Ähnlichkeitshierarchie von Klassenobjekten erzeugt wird.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄH stellt eine  
35 hierarchische Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die Klassenobjekte hierarchisch miteinander verknüpft und Verknüpfun-

gen zu Analyseobjekten, Attributen und/oder Prozessierungsobjekten von Ober-Klassenobjekten zu Unter-Klassenobjekten vererbt.

5 Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄHA stellt eine hierarchische Ähnlichkeitverknüpfung bezüglich Merkmalsbeschreibungen hinsichtlich Analyseobjekten dar, die Verknüpfungen zu Analyseobjekten von Ober-Klassenobjekten zu Unter-Klassenobjekten vererbt.

10

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄHJ stellt eine hierarchische Ähnlichkeitverknüpfung bezüglich Prozessierungsalgorithmen hinsichtlich Prozessierungsobjekten dar, die Verknüpfungen zu Prozessierungsobjekten von Ober-  
15 Klassenobjekten zu Unter-Klassenobjekten vererbt.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄN stellt eine nachbarschaftliche Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die insbesondere derartige Klassenobjekte miteinander verknüpft,  
20 die über ein jeweiliges Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄH mit dem gleichen Ober-Klassenobjekt verbunden sind und daher gleiche Merkmalsbeschreibungen hinsichtlich Analyseobjekten, Attributen und/oder Prozessierungsalgorithmen hinsichtlich Prozessierungsobjekten erben und in dieser  
25 Hinsicht als ähnlich betrachtet werden.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄNA stellt eine nachbarschaftliche Ähnlichkeitsverknüpfung bezüglich Merkmalsbeschreibungen hinsichtlich Analyseobjekten dar.

30

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄNJ stellt eine nachbarschaftliche Ähnlichkeitsverknüpfung bezüglich Prozessierungsalgorithmen hinsichtlich Prozessierungsobjekten dar.

35

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VG stellt eine Grup-

pierungsverknüpfung dar, die Klassenobjekte hinsichtlich ihrer semantischen Bedeutung miteinander verknüpft und sie gruppiert, wodurch eine Bedeutungshierarchie bzw. Gruppierungshierarchie von Klassenobjekten erzeugt wird.

5

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VGH stellt eine hierarchische Gruppierungsverknüpfung, die Klassenobjekte hierarchisch untereinander verknüpft, wobei die semantische Bedeutung nach oben in der Hierarchie "ist im allgemeinen" und nach unten in der Hierarchie "ist im speziellen" ist. Dieses Verknüpfungsobjekt ist dahingehend mit einem Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ verwandt, daß anstelle eines Strukturobjekts, wie dies bei dem Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ der Fall ist, hier ein Klassenobjekt einem anderen Klassenobjekt als Unter-Klassenobjekt zugeordnet wird.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VGN stellt eine nachbarschaftliche Gruppierungsverknüpfung dar, die Klassenobjekte ähnlicher semantischer Bedeutung nachbarschaftlich, das heißt auf der gleichen Hierarchieebene, miteinander verknüpft.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VM stellt eine Merkmalsverknüpfung dar, die Analyseobjekte und Merkmalsobjekte untereinander verknüpft und in den Merkmalsobjekten enthaltene Merkmalsbeschreibungen und Auswerteralgorithmen auf die semantischen Struktureinheiten anwendet, die mit einem jeweiligen Analyseobjekt verbunden sind.

30

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄG stellt eine gruppierende Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die die Eigenschaften und Funktionen sowohl des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄ als auch des Verknüpfungsobjekts vom Typus VG aufweist.

35

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄGH stellt eine hierarchische gruppierende Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die die Eigenschaften und Funktionen sowohl des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄG als auch des Verknüpfungsobjekts vom Typus VGH aufweist.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄGHA stellt eine hierarchische gruppierende Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die die Eigenschaften und Funktionen sowohl des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄHA als auch des Verknüpfungsobjekts vom Typus VGH aufweist.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄGHJ stellt eine hierarchische gruppierende Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die die Eigenschaften und Funktionen sowohl des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄHJ als auch des Verknüpfungsobjekts vom Typus VGH aufweist.

Ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄGN stellt eine nachbarschaftliche gruppierende Ähnlichkeitsverknüpfung dar, die die Eigenschaften und Funktionen sowohl des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄN als auch des Verknüpfungsobjekts vom Typus VGN aufweist.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten mittels der zuvor beschriebenen Strukturobjekte und deren Verknüpfungen.

Fig. 1 zeigt eine semantische Darstellung eines hierarchischen Netzes von Struktureinheiten gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und Fig. 2 zeigt eine Repräsentation einer Bildinformation durch Strukturobjekte in unterschiedlichen Auflösungen entsprechend der Darstellung in Fig. 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 die unterste Hierarchieebene des semantischen Netzes von Struktureinheiten, bezeichnen die Bezugszeichen 2, 3 und 4 unterschiedliche Hierarchieebenen des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten, bezeichnet das Bezugszeichen 5 ein beispielhaftes Verknüpfungsobjekt vom Typus VSN, bezeichnet das Bezugszeichen 6 ein beispielhaftes Verknüpfungsobjekt vom Typus VSH, bezeichnet das Bezugszeichen 7 beispielhaft ein Datenpunktobjekt, das in diesem Beispiel einen einzelnen Bildpunkt repräsentiert, und bezeichnet das Bezugszeichen 8 beispielhaft Strukturobjekte.

Weiterhin ist in Fig. 2 die jeweilige Bildinformation in den unterschiedlichen Hierarchieebenen, das heißt in unterschiedlichen Auflösungen, gezeigt, wobei eine einer jeweiligen Hierarchieebene in Fig. 1 entsprechende Bildinformation in Fig. 2 mit gleichen Bezugszeichen wie die Hierarchieebene in Fig. 1 bezeichnet ist.

Wie es bereits zuvor erwähnt worden ist, sind Strukturobjekte 8 jeweils an einen topologischen Bereich der zu bearbeitenden Datenstruktur gebunden und repräsentieren diesen. Jeder einzelne topologische Punkt der zu bearbeitenden Datenstruktur kann durch ein Strukturobjekt 8 oder im hierarchischen Sinne mehrere Strukturobjekte 8 repräsentiert werden. Die Strukturobjekte 8 können bezüglich der Topologie der erfaßten Datenstruktur zusammenhängend sein, müssen dies aber nicht zwingend sein.

Die Strukturobjekte 8 enthalten Daten, die die individuellen Eigenschaften eines jeweiligen Strukturobjekts 8 beschreiben, wie zum Beispiel Größe, Position, Farbwerte usw.



Eine weitere Information über den topologischen Kontext ist in der Auflistung der mit dem Strukturobjekt 8 verbundenen Verknüpfungsobjekte 5 und 6 in dem Informationsinhalt des Strukturobjekts 8 enthalten. Die Auflistung liegt strukturiert nach Unter-Strukturobjekten, Ober-Strukturobjekten, das heißt über ein Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH verknüpft, und Nachbar-Strukturobjekten, das heißt über ein Verknüpfungsobjekt 5 vom Typus VSN verknüpft, vor.

10

Dies ist aus Fig. 1 ersichtlich. Zum Beispiel sind in der obersten Hierarchieebene 4 des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten zwei Strukturobjekte 8 mit einem Verknüpfungsobjekt 5 vom Typus VSN miteinander verknüpft und sind demgemäß zueinander benachbart. Ferner ist zum Beispiel ein Strukturobjekt 8 in der obersten Hierarchieebene 4 des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten über ein Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH mit einem Strukturobjekt 8 in der nächstniedrigeren Hierarchieebene 3 des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten verknüpft, was bedeutet, daß das Strukturobjekt 8 in der obersten Hierarchieebene 4 des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten ein Ober-Strukturobjekt des Strukturobjekts 8 in der nächstniedrigeren Hierarchieebene 3 des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten ist und umgekehrt das Strukturobjekt 8 in der nächstniedrigeren Hierarchieebene 3 des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten ein Unter-Strukturobjekt des Strukturobjekts 8 in der obersten Hierarchieebene 3 des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten ist. Wie es aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind in einem derartigen hierarchischen semantischen Netz von Struktureinheiten eine Vielzahl derartiger Verknüpfungen anhand der Verknüpfungsobjekte 5 vom Typus VSN und der Verknüpfungsobjekte 6 vom Typus VSH vorhanden.

35

Ein weiterer Bestandteil von Verknüpfungsobjekten 5, 6 vom Typus VS können ferner Daten sein, die Eigenschaften einer jeweiligen Verknüpfung bezeichnen, wie zum Beispiel die Länge einer gemeinsamen Kante von Nachbar-Strukturobjekten bei einem Verknüpfungsobjekt vom Typus VSN.

Eine Sonderform der Strukturobjekte 8 ist das Datenpunktobjekt 7, das einen einzelnen topologischen Ort einer Datenstruktur, in diesem Fall den Bildpunkt eines Bilds, samt seiner Eigenschaften repräsentiert. Die unterste Ebene des hierarchischen semantischen Netzes 1 von Struktureinheiten besteht also aus Datenpunktobjekten 7. Mittels eines Verknüpfungsobjekts 6 vom Typus VSH kann jedes Datenpunktobjekt einem anderen Strukturobjekt 8 als direktes Unter-Strukturobjekt zugeordnet werden.

Diese Datenpunktobjekte 7 können gleichzeitig Bestandteil einer Datenstruktur sein, die in Übereinstimmung mit den Maßen und der Topologie des vorliegenden Bildmaterials erstellt wird und für jeden einzelnen topologischen Ort einer Datenstruktur, wie zum Beispiel im Fall der Bildverarbeitung ein Pixel oder Voxel, ein Datenpunktobjekt 7 enthält.

Es ist anzumerken, daß bei der zuvor beschriebenen Struktur des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten verschiedene Hierarchieebenen 1 bis 4 ausgebildet werden können, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, und mittels diesen verschiedenen Hierarchieebenen 1 bis 4 der Strukturobjekte 8 der Inhalt der zu bearbeitenden Datenstruktur in unterschiedlichen Auflösungen gleichzeitig repräsentiert werden kann, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Dies führt zur Hierarchie des semantischen Netzes in Übereinstimmung mit topologischen Lagebeziehungen der zu

bearbeitenden Datenstruktur.

Ein derartiges hierarchisches Netz von Struktureinheiten muß keine einheitliche hierarchische Tiefe, das heißt an jeder Stelle eine gleiche Anzahl von Hierarchieebenen 1 bis 4, aufweisen und es ist nicht immer erforderlich, daß Verknüpfungsobjekte 5 vom Typus VSN im semantischen Netz von Struktureinheiten enthalten sind. Auch ist es nicht immer erforderlich, daß das semantische Netz hierarchisch eindeutig ist. Dies bedeutet, daß es vorkommen kann, daß ein Unter-Strukturobjekt mehrere Ober-Strukturobjekte aufweisen kann.

Es ist jedoch anzumerken, daß ausgenommen der Datenpunktobjekte 7 ein Strukturobjekt 8 immer denjenigen Bereich der zu bearbeitenden Datenstruktur repräsentiert, der sich aus der Gesamtheit aller Bereiche zusammensetzt, die durch die jeweiligen Unter-Strukturobjekte dieses Strukturobjekts 8 repräsentiert werden. In dieser Hinsicht ist das hierarchische semantische Netz von Struktureinheiten eindeutig entsprechend der Topologie der zu bearbeitenden Datenstruktur.

Der zuvor verwendete Begriff der Nachbarschaftlichkeit kann auf unterschiedliche Weise definiert werden.

Ein mögliche Definition ist, daß alle Strukturobjekte 8 auf einer gleichen Hierarchieebene 1 bis 4 in der Hierarchie der Strukturobjekte 8, die mindestens an einer Stelle in einem Raster plan aneinandergrenzen, als benachbart definiert sind.

Eine weitere Möglichkeit ist, daß alle Strukturobjekte auf einer gleichen Hierarchieebene 1 bis 4 in der Hierarchie der Strukturobjekte 8, die mindestens an einer Stelle in einem Raster plan oder diagonal aneinandergrenzen

zen, als benachbart definiert sind.

Hinsichtlich der Definition der Nachbarschaftlichkeit können auch andere Kriterien verwendet werden, die auch  
5 dann gelten, wenn Strukturobjekte 8 nicht direkt aneinandergrenzen. Zum Beispiel können im Fall der Bildverarbeitung linienhafte Strukturobjekte einer unterbrochenen Linie als benachbart aufgefaßt werden.

10 Unter Bezugnahme auf die **Figuren 3 bis 8** werden im weiteren Verlauf lokale Operationen beschrieben, die innerhalb des hierarchischen semantischen Netzes von Struktureinheiten durchgeführt werden können.

15 **Fig. 3** zeigt eine lokale Operation "Fusion" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

20 Bei der lokalen Operation "Fusion" werden zwei oder mehrere bereits vorhandene mit "1" und "2" in der linken Darstellung von **Fig. 3** bezeichnete Strukturobjekte 8 fusioniert bzw. zu einem neuen Strukturobjekt 8 verschmolzen, wie dies aus der rechten Darstellung von **Fig. 3** ersichtlich ist.  
25

**Fig. 4** zeigt eine lokale Operation "Gründen" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.  
30

Bei der lokalen Operation "Gründen" wird für ein oder mehrere in der linken Darstellung von **Fig. 4** mit "1" und "2" bezeichnete Strukturobjekte 8 ein neues Strukturobjekt 8 als Ober-Strukturobjekt erzeugt und mit diesen  
35 über Verknüpfungsobjekte 5 vom Typus VSH verknüpft, wie

dies aus der rechten Darstellung von Fig. 4 ersichtlich ist.

Fig. 5 zeigt eine lokale Operation "Einhängen eines Nachbarn als Unter-Strukturobjekt" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Bei der lokalen Operation "Einhängen eines Nachbarn als Unter-Strukturobjekt" wird ein vorhandenes Verknüpfungsobjekt 5 vom Typus VSN zwischen benachbarten Strukturobjekten 8 aufgelöst und ein neues Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH zwischen diesen erzeugt, wodurch ein bisheriges Nachbar-Strukturobjekt einem Strukturobjekt 8 als Unter-Strukturobjekt zugeordnet wird und sich in Übereinstimmung damit der dem Strukturobjekt 8 zugehörige Bereich der zu bearbeitenden Datenstruktur vergrößert, wie dies aus Fig. 5 ersichtlich ist.

20

Fig. 6 zeigt eine lokale Operation "Ausgliedern" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

25

Bei der lokalen Operation "Ausgliedern" wird ein vorhandenes Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH zwischen einem Unter-Strukturobjekt und einem Ober-Strukturobjekt aufgelöst, wodurch das bisherige Unter-Strukturobjekt ausgegliedert wird und sich in Übereinstimmung damit der dem Strukturobjekt 8 zugehörige Bereich der zu bearbeitenden Datenstruktur verkleinert, wie dies aus Fig. 6 ersichtlich ist.

35

Fig. 7 zeigt eine lokale Operation "Einhängen eines neuen Unter-Strukturobjekts" innerhalb des hierarchischen

Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

5       Bei der lokalen Operation "Einhängen eines neuen Unter-Strukturobjekts" wird ein neues Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH zwischen einem Strukturobjekt 8 und einem anderen Strukturobjekt 8 erzeugt, welches bisher noch kein Ober-Strukturobjekt dieses Strukturobjekts 8 ist,  
10       wodurch dem Ober-Strukturobjekt ein neues Unter-Struktur-objekt zugeordnet wird und sich in Übereinstimmung damit der dem Ober-Strukturobjekt 8 zugehörige Bereich der zu bearbeitenden Datenstruktur vergrößert, wie dies aus Fig. 7 ersichtlich ist.

15

Neben den zuvor beschriebenen und in den Figuren 3 bis 7 gezeigten lokalen Operation sind weiterhin die folgenden lokalen Operationen innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten durchführbar.

20

Bei einer lokalen Operation "Teilen" wird ein Strukturobjekt 8 auf der Grundlage seiner Unter-Strukturobjekte in mehrere neue Strukturobjekte 8 geteilt. Dies bedeutet, daß Unter-Strukturobjekte zu zwei oder mehreren  
25       Bereichen der zu bearbeitenden Datenstruktur gruppiert werden, die jeweils durch ein neu zu erzeugendes Strukturobjekt 8 auf der gleichen Hierarchieebene des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten wie das geteilte Strukturobjekt 8 repräsentiert werden.

30

Bei einer lokalen Operation "Löschen" wird ein Strukturobjekt gelöscht, wobei seine Unter-Strukturobjekte Unter-Strukturobjekte des bisherigen Ober-Strukturobjekts des gelöschten Strukturobjekts 8 werden können.

35

Bei einer lokalen Operation "Erzeugen einer Nachbar-

schaftlichkeit" werden zwei Strukturobjekte 8 auf der gleichen Hierarchieebene des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten, die bisher noch nicht über ein Verknüpfungsobjekt 5 vom Typus VSN verknüpft waren, über ein  
5 neues Verknüpfungsobjekt 5 vom Typus VSN miteinander verknüpft.

Bei einer lokalen Operation "Löschen einer Nachbarschaftlichkeit" wird ein Verknüpfungsobjekt 5 vom Typus  
10 VSN, die zwei Strukturobjekte auf der gleichen Hierarchieebene des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten miteinander verknüpft, gelöscht.

Fig. 8 zeigt eine spezielle lokale Operation  
15 "Randoptimierung" innerhalb des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten anhand eines jeweiligen Netzausschnitts gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Bei der lokalen Operation "Randoptimierung" werden am  
20 Rand liegende Unter-Strukturobjekte eines Strukturobjekts 8 dahingehend analysiert, ob hinsichtlich eines vorbestimmten Kriteriums besser zu einem Nachbar-Strukturobjekt des bisherigen Ober-Strukturobjekts als zu dem bisherigen Ober-Strukturobjekt passen oder nicht. Wenn sie  
25 besser zu einem Nachbar-Strukturobjekt passen, wird ein Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH zu dem bisherigen Ober-Strukturobjekt dieses am Rand liegenden Unter-Strukturobjekts aufgelöst und ein neues Verknüpfungsobjekt 6 vom Typus VSH zu dem besser passenden Strukturobjekt 8  
30 erzeugt, das nunmehr das neue Ober-Strukturobjekt wird.

In Fig. 8 wird die Randoptimierung derart durchgeführt, daß mit "1" bis "3" bezeichnete Strukturobjekte randoptimiert werden. Genauer gesagt werden die mit "d"  
35 und "i" bezeichneten Strukturobjekte, die Unter-Strukturobjekte der mit "1" bzw. "3" bezeichneten Strukturobjekte

8 sind, derart randoptimiert, das dem mit "d" bezeichneten Strukturobjekt 8 als neues Ober-Strukturobjekt als neues Ober-Strukturobjekt das mit "2" bezeichnete Strukturobjekt 8 zugewiesen wird und dem mit "i" bezeichneten Strukturobjekt 8 das mit "4" bezeichnete Strukturobjekt 8 zugewiesen wird.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung des Netzes von semantischen Wissensseinheiten mittels der zuvor beschriebenen Klassenobjekte, Analyseobjekte, Prozessierungsobjekte und deren Verknüpfungen sowie eine Repräsentation der Analyse- und Prozessierungsalgorithmen.

Die in dem Netz von semantischen Wissensseinheiten enthaltenen und zuvor beschriebenen Klassenobjekte weisen drei unterschiedliche Grundfunktionen auf.

Zum einen wirken sie analysierend, was bedeutet, daß mittels von mit einem Klassenobjekt verknüpften Analyseobjekten semantische Einheiten und/oder bestimmte Teilnetze, insbesondere die jeweilige vernetzte Umgebung, analysiert werden. Dies wird insbesondere hinsichtlich einer Zugehörigkeit zu der durch das Klassenobjekt repräsentierten Klasse und mittels des zuvor beschriebenen Verknüpfungsobjekts vom Typus VKA durchgeführt.

Ferner wirken sie zuordnend, was bedeutet, daß semantische Einheiten, vorzugsweise aufgrund einer vorhergehenden Analyse, durch das zuvor beschriebene Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ mit einem Klassenobjekt verknüpft werden und dadurch der durch das Klassenobjekt repräsentierten Klasse zugeordnet werden.

Schließlich wirken sie prozessierend, was bedeutet, daß semantische Einheiten durch das zuvor beschriebene Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ mit einem Klassenobjekt



verknüpft werden und ein in einem diesem Klassenobjekt  
zugehörigen Prozessierungsobjekt enthaltener Prozessie-  
rungsalgorithmus über ein Verknüpfungsobjekt vom Typus  
VKP und das Klassenobjekt auf die semantischen  
5 Struktureinheiten und/oder bestimmte Teilnetze angewendet  
wird.

Es ist anzumerken, daß bei diesem Verfahren nicht nur  
Struktureinheiten, das heißt Strukturobjekte und/oder de-  
10 ren Verknüpfungen, mittels Klassenobjekten klassifiziert  
werden. Es besteht ebenso die Möglichkeit, beliebige Ar-  
ten von semantischen Einheiten zu klassifizieren, wobei  
dies insbesondere für Verknüpfungsobjekte oder Klassenob-  
jekte gilt. Durch diese Möglichkeit der Klassifikation  
15 beliebiger semantischer Einheiten nimmt die Möglichkeit,  
Inhalte der zu bearbeitenden Datenstruktur zu beschreiben  
und zu prozessieren erheblich zu.

Klassenobjekte können insbesondere selbst wiederum  
20 Bestandteil von Analysealgorithmen eines Merkmalobjekts,  
zum Beispiel zur Extraktion eines Teilnetzes für eine be-  
stimmte Analyse, oder Bestandteil von Prozessierungsalgo-  
rithmen in Prozessierungsobjekten, zum Beispiel zum  
Durchführen eines bestimmten Schritts, der zusätzliche  
25 Analyse erfordert, in dem gesamten, durch das Prozessie-  
rungsobjekt beschriebenen Prozeß sein. Dadurch, daß Merk-  
malobjekte und Prozessierungsobjekte selbst Bestandteile  
von Klassenobjekten sind, ergibt sich auf diese Weise  
eine fraktal-hierarchische Struktur von Klassenobjekten  
30 in dem Netz von semantischen Wissensseinheiten, was eine  
entsprechende fraktal-hierarchische Struktur von Analyse-  
und/oder Prozessierungsschritten zur Folge hat.

Wie es zuvor beschrieben worden ist, beinhalten Ana-  
35 lyseobjekte Auswertealgorithmen, mittels denen sie mit  
ihnen verknüpfte semantische Einheiten, und/oder be-

stimmt Teilnetze analysieren. Analyseobjekte sind im  
allgemeinen mit einem Klassenobjekt verknüpft und werden  
auf diejenigen semantischen Einheiten, mit denen sie ana-  
lysierend verknüpft sind, und/oder bestimmte Teilnetze  
5 angewendet.

Der zuvor beschriebene Auswertealgorithmus kann eine  
Auflistung von Kriterien sein, mittels der ein Grad einer  
Zugehörigkeit von semantischen Einheiten zu dem mit einem  
10 Analyseobjekt verknüpften Klassenobjekt festgestellt  
wird. Derartige Kriterien werden mittels Merkmalsobjekten  
definiert, wobei die Merkmalsobjekte über das Verknüp-  
fungsobjekt vom Typus VM mit einem jeweiligen Analyseob-  
jekt verbunden sind.

15 Jedes Merkmalsobjekt wertet jeweils eines der später  
beschriebenen Merkmale aus. Die Merkmalsobjekte werden  
einzeln oder in Gruppen angewendet und die Ergebnisse al-  
ler durchgeführten Auswertungen werden über eine Logik  
20 bzw. eine logische Verknüpfung miteinander verknüpft.

Diese Logik kann allgemein vorgegeben sein, wie zum  
Beispiel ein Mitteln der Ergebnisse aller Kriterien,  
hierarchisch gegliedert sein, für eine jeweilige Gruppe  
25 von Merkmalsobjekten spezifisch angegeben werden oder  
mittels einer Fuzzy-Logik formuliert werden.

Die Verknüpfungsobjekte vom Typus VM können ferner  
gewichtet sein, wodurch sich aus der Gewichtung dieses  
30 Verknüpfungsobjekts vom Typus VM das Maß ergibt, mit dem  
das jeweilige Merkmalsobjekt bzw. das in diesem beinhal-  
tete Merkmal bei einer Gesamtauswertung berücksichtigt  
wird.

35 Die Merkmalsobjekte können mittels in ihnen enthalte-  
nen Klassenobjekten und deren Prozessierungsobjekten

virtuelle oder lediglich temporäre Strukturänderungen innerhalb des semantischen Netzes durchführen, um eine sich potentiell an eine jeweilige Klassifikation anschließende Strukturänderung innerhalb des semantischen Netzes in ihrem Ergebnis zu bewerten und folglich die betroffene semantische Einheit entsprechend zu klassifizieren. Mittels der Prozessierungsobjekte können ferner tatsächliche Änderungen durchgeführt werden, die erforderlich sind, um eine lokale Entscheidung hinsichtlich einer Klassifikation durchzuführen. Zum Beispiel können mittels der Prozessierungsobjekte auf diese Weise zum Zwecke einer weiteren Unterscheidung von Strukturobjekten, wie zum Beispiel von Strukturobjekten "Grünland" und "Rasensportplatz", Unter-Strukturobjekte gebildet werden, über deren Klassifikation und Zusammensetzung die eigentlich zu klassifizierenden Strukturobjekte "Grünland" und "Rasensportplatz" dann unterschieden werden.

In Merkmalsobjekten beinhaltete Merkmale, anhand denen auszuwerten ist, können Merkmale sein, die sich auf die Eigenschaft von semantischen Einheiten beziehen, ohne die Analyse anderer semantischen Einheiten oder der Beziehungen zu diesen, wie zum Beispiel im Fall der Bildverarbeitung Farb-, Textur- und/oder Formmerkmale; Merkmale, die sich durch eine Analyse einer Eigenschaft der vernetzten Umgebung einer semantischen Einheit ergeben, zum Beispiel eine Zusammensetzung von Unter-Strukturobjekten anhand einer Klassifikation; Merkmale, die sich durch einen Vergleich einer Eigenschaft einer semantischen Einheit mit einer entsprechenden Eigenschaft ihrer vernetzten Umgebung ergeben, wie zum Beispiel im Fall der Bildverarbeitung der Farbkontrast von einem Strukturobjekt zu einem Ober-Strukturobjekt; und Merkmale, die sich durch einen Vergleich einer Eigenschaft einer semantischen Einheit mit einer entsprechenden Eigenschaft eines bestimmten Teilnetzes ergeben, wie zum Beispiel im Fall

der Bildverarbeitung die Entfernung eines Strukturobjekts zu dem nächsten Strukturobjekt einer bestimmten Klassifikation. Es kann aber zum Beispiel auch eine Passung eines Strukturobjekts auf eine vorbestimmte Schablone oder andere Analysen sein.

Ferner können sich in Merkmalsobjekten enthaltene Merkmale aus einer Analyse der Klassifikation von semantischen Einheiten eines bestimmten Teilnetzes ergeben. Beispiele dafür sind eine relative Gesamtfläche der einer bestimmten Klasse zugeordneten Strukturobjekte innerhalb einer bestimmten vernetzten Umgebung, oder die Differenz einer Eigenschaft von zu einer bestimmten Klasse zugeordneten Strukturobjekten innerhalb eines gemeinsamen Ober-Strukturobjekts und vieles andere mehr.

Wie es zuvor beschrieben worden ist, werden zur Beschreibung und Auswertung von einzelnen Merkmalen bzw. Attributen die Merkmalsobjekte verwendet.

Die in ihnen beinhalteten Auswertealgorithmen können von unterschiedlicher Art sein, wie zum Beispiel Fuzzy-Zugehörigkeitsfunktionen, Klassifikatoren, die anhand von bestimmten "Trainingsobjekten" mittels eines Nearest-Neighbour-Verfahrens auswerten, neuronale Netze, statistische Analysen oder Formschablonen, mittels denen zu klassifizierende oder zu optimierende semantische Einheiten oder Teilnetze von semantischen Einheiten verglichen werden.

Merkmalsobjekte können sowohl mit Analyseobjekten als auch mit Prozessierungsobjekten über das Verknüpfungsobjekt vom Typus VM verknüpft sein und werden von diesen auf die jeweiligen zu behandelnden semantischen Einheiten und/oder bestimmte Teilnetze angewendet.

Wie es zuvor beschrieben worden ist, beinhalten Prozessierungsobjekte Prozessierungsalgorithmen, mittels denen sie die mit ihnen direkt oder indirekt über ein Klassenobjekt verknüpften semantischen Einheiten und/oder bestimmte Teilnetze verändern. Derartige Veränderungen sind insbesondere alle lokalen Operationen, wie sie bereits hinsichtlich des hierarchischen Netzes von Struktureinheiten beschrieben worden sind, wobei anstelle der Strukturobjekte und deren Verknüpfungen allgemein alle Arten von semantischen Einheiten und deren Verknüpfungen mittels der lokalen Operationen prozessiert werden können, was bedeutet, daß insbesondere semantische Einheiten gelöscht, erzeugt, verändert, oder mit bereits bestehenden semantischen Einheiten im hierarchischen semantischen Netz verknüpft werden können.

Um eine Prozessierung zu unterstützen, können Prozessierungsobjekte mittels Klassenobjekten, die mit ihnen verknüpft sind, auch während einer Prozessierung Teilschritte durchführen, die eine zusätzliche Analyse erfordern.

Ferner können zum Zwecke der Strukturierung und der Komplexitätsreduktion von "Weltwissen" Klassenobjekte untereinander über unterschiedliche Verknüpfungsobjekte verknüpft sein.

Hierbei handelt es sich um die zuvor beschriebenen Verknüpfungsobjekte vom Typus VÄ mit den untergeordneten Verknüpfungsobjekten der Typen VÄH, VÄHA und VÄHJ, VÄN, VÄNA und VÄNJ, Verknüpfungsobjekte vom Typus VG mit den untergeordneten Verknüpfungsobjekten der Typen VGH und VGN sowie die Verknüpfungsobjekte vom Typus VÄG mit den untergeordneten Verknüpfungsobjekten der Typen VÄGH, VÄGHA, VÄGHJ und VÄGN.

Hierbei erzeugen das Verknüpfungsobjekt vom Typus VG und dessen untergeordnete Verknüpfungsobjekte der Typen VGH und VGN, die eine gruppierende Verknüpfung darstellen, eine Beziehung mit der Bedeutung nach oben innerhalb der hierarchischen Struktur "ist (semantisch) im allgemeinen" und nach unten innerhalb der hierarchischen Struktur "ist (semantisch) im speziellen". Dieses Verknüpfungsobjekt vom Typus VG und dessen untergeordnete Verknüpfungsobjekte der Typen VGH, VGH und VGN werden zur Gruppierung von Klassenobjekten verwendet und erleichtern eine Definition von Beziehungen zwischen unterschiedlichen Klassen. Allgemein ausgedrückt erzeugen sie eine "Gruppierungshierarchie".

Ferner erzeugen das Verknüpfungsobjekt vom Typus VÄ und dessen untergeordnete Verknüpfungsobjekte der Typen VÄH, VÄHA und VÄHJ, VÄN, VÄNA und VÄNJ, die eine Ähnlichkeitsverknüpfung darstellen, eine Beziehung mit der Bedeutung nach oben innerhalb der hierarchischen Struktur "ist ähnlich im allgemeinen" und nach unten innerhalb der hierarchischen Struktur "ist ähnlich im speziellen". Hierbei findet eine Vererbung von Verknüpfungen zu Analyseobjekten und/oder Prozessierungsobjekten von Ober-Klassenobjekten zu Unter-Klassenobjekten statt. Allgemein ausgedrückt erzeugen sie eine "Ähnlichkeitshierarchie".

Die Vorgänge der Vererbung und Gruppierung können mittels des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄ und dessen untergeordneten Verknüpfungsobjekten der Typen VÄH, VÄHA und VÄHJ, VÄN, VÄNA und VÄNJ bzw. mittels des Verknüpfungsobjekts vom Typus VG und dessen untergeordneten Verknüpfungsobjekten der Typen VGH und VGN voneinander getrennt durchgeführt.

Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Vorgänge der Vererbung und Gruppierung gemeinsam durchzuführen,

was mittels des Verknüpfungsobjekts vom Typus VÄG und dessen untergeordneten Verknüpfungsobjekten der Typen VÄGH, VÄGHA, VÄGHJ und VÄGN durchgeführt wird, die sowohl Gruppierungs- als auch Vererbungseigenschaften aufweisen.

5

Die derart erzielten Hierarchien der Klassenobjekte sind entweder eindeutig, was bedeutet, das jedes Klassenobjekt maximal ein Ober-Klassenobjekt aufweist, oder sind nicht eindeutig, was bedeutet, daß jedes Klassenobjekt mehrere Ober-Klassenobjekte aufweisen kann, und was zu einer Mehrfach-Vererbung (Ähnlichkeitshierarchie) bzw. zu einer mehrfachen semantischen Zugehörigkeit (Gruppierungshierarchie) führt.

15

Ferner führen die zuvor beschriebenen Verknüpfungsobjekte zu einer speziellen hierarchischen Gliederung des Netzes aus Klassenobjekten. Durch diese Gliederung ist insbesondere die Formulierung von komplexeren Semantiken zur Prozessierung von Inhalten der zu bearbeitenden Datenstruktur möglich.

20

Nachstehend erfolgt die Beschreibung, auf welche Weise eine Klassifikation von semantischen Struktureinheiten durchgeführt wird.

25

Die zu klassifizierenden Strukturobjekte bzw. allgemein semantischen Einheiten werden zunächst über Verknüpfungsobjekte vom Typus VKA mit jeweils allen in Frage kommenden Klassenobjekten verknüpft.

30

Hierbei sind zwei unterschiedliche Strategien zum Durchführen der Klassifikation möglich.

Die erste Strategie besteht darin, daß alle Klassenobjekte für eine Analyse von jeweils zu analysierenden semantischen Einheiten in Frage kommen, die sich auf der

35

untersten Hierarchieebene einer mittels Verknüpfungsobjekten vom Typus VÄHA erzielten Ähnlichkeitshierarchie eines Netzes von Klassenobjekten befinden oder explizit als in Frage kommend gekennzeichnet sind. Die jeweils zu analysierenden semantischen Einheiten werden mittels Verknüpfungsobjekten vom Typus VKA mit diesen Klassenobjekten zwecks einer Analyse verknüpft. Im Anschluß werden die analysierten semantischen Einheiten mittels Verknüpfungsobjekten vom Typus VKZ zuordnend mit einem oder mehreren Klassenobjekten verbunden, bei deren Merkmalsauswertung sich eine Zugehörigkeit oder die höchste Zugehörigkeit zu der durch ein jeweiliges Klassenobjekt repräsentierten Klasse ergibt.

Die zweite Strategie besteht darin, daß alle Klassenobjekte in Frage kommen, die ausgehend von den Klassenobjekten auf der obersten Hierarchieebene einer mittels Verknüpfungsobjekten vom Typus VÄHA erzielten Ähnlichkeitshierarchie im Netz von Klassenobjekten entlang eines hierarchischen Entscheidungspfads in der Ähnlichkeitshierarchie angelaufen werden. Dieser Entscheidungspfad wird jeweils bei einem derartigen Klassenobjekt in einer jeweiligen Hierarchieebene der Ähnlichkeitshierarchie weitergeführt, zu welchem eine jeweilige zu analysierende semantische Einheit die höchste Zugehörigkeit aufweist. Die nächsten auszuwertenden Klassenobjekte sind dann alle Klassenobjekte, die von dem Klassenobjekt höchster Zugehörigkeit mittels Verknüpfungsobjekten vom Typus VÄHA nach unten in der Ähnlichkeitshierarchie verknüpft sind. Auf diesem Entscheidungspfad wird eine jeweils zu analysierende semantische Einheit zuordnend mittels eines Verknüpfungsobjekts vom Typus VKZ mit dem Klassenobjekt verknüpft, von dem aus es keine weiteren Verknüpfungsobjekte vom Typus VÄHA nach unten in der Ähnlichkeitshierarchie mehr gibt.



Verknüpfungsobjekte vom Typus VKA wenden die bei dem mit einem jeweiligen Klassenobjekt (möglicherweise geerbt) verknüpften Analyseobjekt vorgesehenen Merkmalsobjekte und deren logische Verknüpfungen untereinander an.

5

Nachstehend erfolgt die Beschreibung, auf welche Weise eine lokale Prozessierung durchgeführt wird.

Wenn eine semantische Einheit über ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ mit einem Klassenobjekt verknüpft ist, wobei dieses Klassenobjekt gleichzeitig mit einem oder mehreren Prozessierungsobjekten verknüpft ist, kann ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VKP zwischen der semantischen Einheit und dem Klassenobjekt erzeugt werden, wobei über dieses Verknüpfungsobjekt vom Typus VKP der in dem Prozessierungsobjekt oder den Prozessierungsobjekten enthaltene Prozessierungsalgorithmus auf die semantische Einheit und/oder bestimmte Teilnetze angewendet wird.

Der zeitliche Steuerablauf, wann dies jeweils erfolgt, kann global für alle Klassenobjekte mit einer Verknüpfung zu einem Prozessierungsobjekt vorgegeben werden, global für spezifische Klassenobjekte mit einer Verknüpfung zu einem Prozessierungsobjekt vorgegeben werden oder ein weiterer Bestandteil eines spezifischen Prozessierungsobjekts sein.

Bezüglich der möglichen Veränderungen innerhalb des hierarchischen Netzes sei auf die vorhergehenden Ausführungen hinsichtlich der Prozessierungsobjekte verwiesen.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung einer Clusteranalyse von semantischen Struktureinheiten.

Mittels eines gebräuchlichen Verfahrens, der Clusteranalyse, können semantische Struktureinheiten in einem

vorgegebenen Merkmalsraum zu Gruppen von semantischen Struktureinheiten mit ähnlichen Eigenschaften für eine weitere Verarbeitung zusammengefaßt werden.

- 5        Klassenobjekte können zusammen mit den zu ihnen gehörenden Merkmalsobjekten derart automatisch erzeugt werden, daß sie jeweils ein Cluster von ähnlichen semantischen Struktureinheiten in einem vorgegebenen Merkmalsraum beschreiben.

10

Nachstehend erfolgt die Beschreibung einer Ergänzung einer nicht direkt im erfaßten Datenmaterial enthaltenen Information.

- 15        Eine für viele Anwendungen wichtige Möglichkeit ist die Ergänzung von Information, die nicht direkt in der erfaßten Datenstruktur vorhanden ist. Dies ist durch Strukturobjekte möglich, die keinen Bereich der Datenstruktur repräsentieren und durch entsprechende Analyse-  
20        und Prozessierungsvorschriften erzeugt werden.

- Im folgenden wird ein Fallbeispiel aus der Bildanalyse erläutert. In einem zweidimensionalen Bildmaterial ist eine dreidimensionale Situation mit einem Tisch wiedergegeben. Zwei Stuhlbeine dieses Tisches sind teilweise  
25        durch die Tischplatte verdeckt. In einem ersten Prozeß der Objektextraktion werden Strukturobjekte erzeugt, die jeweils einen homogenen Bereich des Bildmaterials wiedergeben. Diese Strukturobjekte werden klassifiziert. Als  
30        Ergebnis liegen unter anderem ein Strukturobjekt, das als Tischplatte klassifiziert ist, und zwei Strukturobjekte vor, die dem Klassenobjekt "unvollständiges Tischbein" zugeordnet sind. Mit dem Klassenobjekt "unvollständiges Tischbein" ist ein Prozessierungsobjekt verknüpft, das  
35        eine Prozessierungsvorschrift zum Erzeugen von Strukturobjekten enthält, die ein unvollständiges Tischbein unter

Berücksichtigung weiterer Information (zum Beispiel Ausdehnung der Tischplatte) ergänzen. Als Ergebnis wird für jedes Strukturobjekt der Klasse "unvollständige Tischbein" ein neues, benachbartes Strukturobjekt erzeugt, das  
5 keinen Bereich des Bildmaterials repräsentiert und der Klasse "verdecktes Tischbein" zugeordnet ist. Für jedes Paar Strukturobjekte "unvollständiges Tischbein" und "verdecktes Tischbein" wird ein neues, den beiden Strukturobjekten übergeordnetes Strukturobjekt gegründet, das  
10 der Klasse "Tischbein" zugeordnet wird. Auf diese Weise wird eine nicht direkt in der Datenstruktur enthaltene Information, das heißt der verdeckte Teil des Tischbeins, ergänzt. Auf ähnliche Weise können andere nicht direkt in der Datenstruktur enthaltene Informationen ergänzt werden  
15 und kann derart in Form eines Netzes von klassifizierten Strukturobjekten eine durch das Bildmaterial nur angedeutete Szenerie erzeugt werden.

Auch durch Übertragung von Attributen von einem Klassenobjekt auf mit ihm zugehörig verknüpften semantischen Einheiten kann eine Ergänzung von nicht direkt in der erfaßten Datenstruktur enthaltenen Informationen geschehen. So kann im zuvor beschriebenen Beispiel das Attribut "massiv" von der Klasse "Tischbein" auf das entsprechende  
20 zuordnend verknüpfte Strukturobjekt übertragen werden.  
25

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines Prozessierungsergebnisses am Beispiel einer Bildanalyse/verarbeitung:  
30

Als Ergebnis einer Bildanalyse bzw. -prozessierung bzw. -verarbeitung liegt ein hierarchisches Netz von semantischen Struktureinheiten vor, in dem jedes Strukturobjekt über Verknüpfungsobjekte vom Typus VS mit anderen  
35 Strukturobjekten seiner topologischen Umgebung verknüpft ist und über Verknüpfungsobjekte vom Typus VKZ keiner,

einer oder mehreren Klassenobjekten bzw. der durch diese repräsentierten Klasse zugeordnet worden ist.

Ausgehend von derartigen Klassenobjekten ist entlang  
5 einer Bedeutungshierarchie mittels Verknüpfungsobjekten vom Typus VG weitere Information für jedes einer Klasse zugeordnete Strukturobjekt enthalten, wie zum Beispiel eine allgemeinere Klassifikation über Verknüpfungsobjekte vom Typus VGH nach oben in der Hierarchie oder andere  
10 Klassen ähnlicher Bedeutung über Verknüpfungsobjekte vom Typus VGN.

Für jedes Klassenobjekt können alle semantischen Einheiten, die diesem Klassenobjekt bzw. der durch diesen  
15 repräsentierten Klasse zugeordnet worden sind, durch eine Verknüpfung mittels eines Verknüpfungsobjekts vom Typus VKZ abgerufen werden.

Entlang der vielfältigen Verknüpfungen der semantischen Einheiten kann eine Navigation durch das semantische Netz durchgeführt werden, wobei eine interessante  
20 Detailinformation über das analysierte bzw. prozessierte Bild abrufbar ist.

25 Das gesamte sich ergebende semantische Netz und damit die in ihm repräsentierte Information bezüglich von Bildinhalten kann gespeichert und wieder neu geladen werden.

Ein wesentlicher Vorteil besteht ferner darin, daß  
30 durch Herausnehmen aller Datenpunktobjekte aus einem Netz von Struktureinheiten nach einer erfolgten Prozessierung einer erfaßten Datenstruktur eine starke Reduktion der Gesamtinformation möglich ist, ohne daß die durch die erzeugte sinnvolle Verschränkung des Netzes von Struktureinheiten und des Netzes von Wissensseinheiten repräsentierte und durch die Prozessierung gewonnene neue Infor-  
35

mation eingeschränkt werden muß. Dadurch eignet sich das Verfahren insbesondere zur Kompression von Datenstrukturen bzw. zur Anlage von Datenbanken.

- 5        Zur Verdeutlichung der vorhergehenden Ausführungen werden nachfolgend einige veranschaulichenden Beispiele beschrieben.

10        Fig. 9 zeigt ein Beispiel einer vernetzten Umgebung eines klassifizierten Strukturobjekts 8 und eines entsprechenden Klassenobjekts 9 in schematischer Darstellung. In dieser Figur sind jeweilige Verknüpfungsobjekte zwischen semantischen Einheiten symbolisch als diese semantischen Einheiten verbindende Linien dargestellt.

15

Das klassifizierte Strukturobjekt 8 ist über ein zuordnendes Verknüpfungsobjekt vom Typus VKZ mit dem Klassenobjekt 9 verknüpft. Ferner ist das klassifizierte Strukturobjekt 8 über hierarchische und nachbarschaftliche Verknüpfungsobjekte vom Typus VS mit anderen in der Figur mit "SO" bezeichneten Strukturobjekten verknüpft. Über seine Unter-Strukturobjekte ist das klassifizierte Strukturobjekt 8 indirekt mit den in der Figur mit "DPO" bezeichneten Datenpunktobjekten 7 und damit dem Bildbereich verknüpft, den es repräsentiert. Wie es aus der Figur ersichtlich ist, repräsentiert das klassifizierte Strukturobjekt 8, das mit dem Klassenobjekt 9 verknüpft ist, die Klasse "urban green". Über Verknüpfungsobjekte vom Typus VÄHA, mit denen ebenso Verknüpfungen zu Analyseobjekten und damit Merkmalsbeschreibungen vererbt werden können, ist das Klassenobjekt 9 mit anderen in der Figur mit "KO" bezeichneten Klassenobjekten verknüpft, welche die Klassen "greenlands" und "urban" repräsentieren, und erbt von diesen die jeweiligen Merkmalsbeschreibungen, wie zum Beispiel Farbeigenschaften der Klasse "greenlands" und die Eigenschaft, stark von anderen städ-

20  
25  
30  
35

tischen Flächen umgeben zu sein, von der Klasse "urban".  
Dadurch kann das Klassenobjekt 9 bzw. die durch sie re-  
präsentierte Klasse "urban green" als ähnlich zu den  
Klassenobjekten bzw. zu den durch sie repräsentierten  
5 Klassen "greenlands" und "urban" bezeichnet werden. Fer-  
ner ist das Klassenobjekt "urban green" über ein Verknüp-  
fungsobjekt vom Typus VGH als untergeordnetes Klassenob-  
jekt dem Klassenobjekt "urban" semantisch zugeordnet. Da-  
mit ist festgelegt, daß das Klassenobjekt "urban green"  
10 semantisch im allgemeinen als Klassenobjekt "urban" auf-  
zufassen ist.

Fig. 10 zeigt ein Beispiel einer Anordnung von Klas-  
senobjekten in einer Vererbungshierarchie gemäß der Dar-  
15 stellung in Fig. 9.

Aus dieser Figur ist es ersichtlich, daß die Klasse  
"urban" zweimal als untergeordnete Klasse der Klassen  
"urban" und "greenlands" auftritt.

20

Fig. 11 zeigt ein Beispiel einer Anordnung der Klas-  
senobjekte von Fig. 10 in einer Gruppierungshierarchie.

Fig. 12 zeigt eine Darstellung eines Original-Aus-  
25 schnitts aus einem Satellitenbild.

Fig. 13 zeigt eine Darstellung der Strukturobjekte in  
dem gleichen Bildausschnitt wie in Fig. 12.

30 Fig. 14 zeigt eine Darstellung, in der gleiche Struk-  
turobjekte gemäß der Gruppierungshierarchie in Fig. 11 in  
der Farbe des jeweils mit ihnen verknüpften Klassenob-  
jekts eingefärbt sind, in dem gleichen Bildausschnitt wie  
in Fig. 12.

35

Fig. 15 zeigt eine Darstellung, in der gleiche Struk-

turobjekte gemäß der Gruppierungshierarchie in Fig. 11 in der Farbe der in der Gruppierungshierarchie nächsthöheren Klassenobjekte eingefärbt sind, in dem gleichen Bildausschnitt wie in Fig. 12.

5

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines Fallbeispiels für die Bildverarbeitung, wobei die Figuren 10 bis 15 detaillierter erläutert werden.

10       Es sei angenommen, daß die Aufgabenstellung darin besteht, auf der Grundlage von Satellitenbildern Strukturobjekte zu extrahieren, die vollständige, zusammenhängende Flächen von Landnutzungskategorien bzw. Klassen "urban" und "non urban" repräsentieren.

15

Wie es aus Fig. 12 ersichtlich ist, sind versiegelte Flächen aufgrund ihrer spektralen Eigenschaften gut von anderen Flächen unterscheidbar. Dennoch sind Flächen der Klassen "urban" und "non urban" jeweils spektral sehr heterogene Flächen. Städtische Bereiche enthalten sehr viele nicht versiegelte Flächen, während zum Beispiel Überlandstraßen versiegelt sind, aber in die Klasse "non urban" einzuordnen sind. Die Extraktion der Landnutzungskategorien bzw. Klassen "urban" und "non urban" stellt daher ein wesentliches Problem dar, bei dem zur Klassifikation von Strukturobjekten auch eine lokale Kontextinformation verwendet werden muß, um eine Einbettung nicht versiegelter Flächen in urbane Umgebung und die Einbettung von versiegelten Flächen in nicht urbane Umgebung zu beschreiben. Dies wird nachstehend detaillierter erläutert.

Auf einer obersten Ebene im hierarchischen Netz von Wissensseinheiten befindet sich ein Klassenobjekt "Bildanalyse urban/non urban". Dieses beinhaltet ein Prozessierungsobjekt bzw. ist mit einem Prozessierungsobjekt

verknüpft, das die folgende, jeweils auf Teilnetze von semantischen Wissenseinheiten zurückgreifende Ablaufsteuerung beinhaltet.

5 Als erstes wird für jeden Bildpunkt der erfaßten Bildinformation, das heißt des Satellitenbilds, ein Datenpunktobjekt erzeugt. Dann werden die Datenpunktobjekte entsprechend der Topologie des Bilds vernetzt. Diese Datenpunktobjekte stellen die unterste Ebene des hierarchi-  
10 schen Netzes von Strukturobjekten dar.

Anschließend erfolgt eine Segmentierung von Struktur-  
objekten.

15 Dabei wird mittels der lokalen Operation "Gründen", wie sie unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben worden ist, ein zunächst aus einem einzigen Pixel bzw. Bildelement bestehendes Strukturobjekt erzeugt, was bedeutet, daß Strukturobjekte erzeugt werden und als Ober-Struktur-  
20 objekte hierarchisch über ein Verknüpfungsobjekt vom Typus VSH mit einem jeweiligen Datenpunktobjekt vernetzt werden. Die Strukturobjekte sind über Verknüpfungsobjekte vom Typus VSN nachbarschaftlich miteinander vernetzt.

25 In nachfolgend ausgeführten vielfachen iterativen Schritten werden diese nachbarschaftlichen Verknüpfungsobjekte vom Typus VSN mit einer Klasse "Niedrigste Heterogenitätszunahme bei Fusion innerhalb einer bestimmten Schranke" analysiert. Zu diesem Zweck wird ein entsprechendes Klassenobjekt über eine analysierende Klassenver-  
30 knüpfung mittels des Verknüpfungsobjekts vom Typus VKA mit jeweiligen Verknüpfungsobjekten vom Typus VSN verknüpft. Diejenigen Verknüpfungsobjekte vom Typus VSN, die einen Auswertealgorithmus erfüllen, der in einem dem  
35 Klassenobjekt zugehörigen Analyseobjekt enthalten ist, werden mittels eines Verknüpfungsobjekts vom Typus VKZ



zuordnend mit dem Klassenobjekt verknüpft.

Das Klassenobjekt "niedrigste Heterogenitätszunahme bei Fusion innerhalb einer bestimmten Schranke" ist gleichzeitig mit einem Prozessierungsobjekt verknüpft, daß den Algorithmus "Fusioniere direkt nach einer zuordnenden Klassifizierung, die durch das zuordnend klassifizierte Verknüpfungsobjekt verknüpften Strukturobjekte" enthält. Diese lokale Operation "Fusion" von Strukturobjekten ist vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben worden. Demgemäß werden diejenigen Strukturobjekte, die über ein derart zuordnend klassifiziertes Verknüpfungsobjekt vom Typus VSN verbunden sind, zu einem entsprechend größeren Strukturobjekt fusioniert und werden die Verknüpfungsobjekte vom Typus VSN zu anderen benachbarten Strukturobjekten entsprechend aktualisiert.

Dieser Vorgang wird solange über das hierarchische Netz von semantischen Struktureinheiten ausgeführt, bis es keine Verknüpfungsobjekte vom Typus VSN mehr gibt, welche den Auswertealgorithmus erfüllen, der in dem dem Klassenobjekt zugehörigen Analyseobjekt enthalten ist.

Wie es in Fig. 13 gezeigt ist, sind das Ergebnis einer derartigen Segmentierung homogene Strukturobjekte einer ungefähr einheitlichen Auflösung. Es ist also ein hierarchisches Netz von Strukturobjekten mit Datenpunktobjekten auf der unteren Ebene und Strukturobjekten auf der oberen Ebene erzeugt worden.

Als nächstes erfolgt die Klassifikation der Strukturobjekte.

In dem Netz von semantischen Wissensseinheiten ist ein Teilnetz mit Klassenobjekten enthalten, die in dem mit ihnen jeweils verknüpften Analyseobjekt Merkmalsobjekte

mit Merkmalsbeschreibungen für die in dem Bild vorkommen-  
den typischen Landbedeckungstypen enthalten, wie zum Bei-  
spiel "wetland", "forest", "agriculture", "water",  
"sealed surface" und "fallow" (siehe Fig. 10). Weiterhin  
5 gibt es zwei Klassenobjekte "urban" und "non urban"  
(siehe Fig. 11), die in dem mit ihnen jeweils verknüpften  
Analyseobjekt Merkmalsobjekte mit Merkmalsbeschreibungen  
bezüglich der Einbettung in eine urbane Umgebung enthal-  
ten (siehe Fig. 10).

10

Diese Merkmalsbeschreibungen greifen ihrerseits auf  
ein Klassenobjekt "Nachbar-Strukturobjekt in einer be-  
stimmten Entfernung" zu. Für eine Merkmalsauswertung wer-  
den alle Strukturobjekte, die diesem Klassenobjekt zuge-  
15 ordnet werden, daraufhin analysiert, ob sie direkt oder  
indirekt der Klasse "urban" zugeordnet sind. Zum Beispiel  
kann die Eigenschaft "relative Fläche der Klasse "urban"  
in der bestimmten Umgebung" als Merkmal ausgewertet wer-  
den.

20

Andere Klassenobjekte in Fig. 10 sind hierarchisch  
über eine vererbende Verknüpfung mittels des Verknüp-  
fungsobjekts vom Typus VÄH mit den zuvor genannten Klas-  
senobjekten verknüpft und erben jeweils die Verknüpfung  
25 zu den in einer jeweiligen Objektklasse enthaltenen Ana-  
lyseobjekten. Auf diese Weise erbt zum Beispiel das Klas-  
senobjekt "urban green" von dem Klassenobjekt "wetland"  
die Merkmalsbeschreibung, so auszusehen wie "wetland",  
und von dem Klassenobjekt "urban" die Merkmalsbeschrei-  
30 bung, hoch eingebettet in urbane Umgebung zu sein (siehe  
Fig. 10).

Die gleichen Klassenobjekte sind über semantische  
Verknüpfungsobjekte vom Typus VGH zu semantisch sinnvol-  
35 len Gruppen verknüpft. Alle Klassenobjekte, die eine  
städtische Landnutzungs-kategorie repräsentieren, sind als

Unter-Klassenobjekte mit dem Klassenobjekt "urban" verknüpft und alle Klassenobjekte, die Freiland-Klassen repräsentieren, sind mit dem Klassenobjekt "non-urban" verknüpft (siehe Fig. 11).

5

Die eigentliche Klassifikation der Strukturobjekte wird durchgeführt, indem jedes der erzeugten Strukturobjekte mit allen Klassenobjekten auf der untersten Ebene der Ähnlichkeitshierarchie analysierend verknüpft wird. Jedes Strukturobjekt wird mit demjenigen Klassenobjekt zuordnend verknüpft, bezüglich dessen Merkmalsauswertung es die besten Ergebnisse gab, solange diese über einem Mindestschwellwert liegen.

Das Ergebnis der Klassifikation ist die zuordnende Verknüpfung der Strukturobjekte mit einem Klassenobjekt (Fig. 14). Strukturobjekte, die zum Beispiel städtische Grünflächen repräsentieren, sind aufgrund der Einbettung in urbane Umgebung mit dem Klassenobjekt "urban green" verknüpft. Durch die Verknüpfung der Klassenobjekte in der semantischen Hierarchie sind diese Strukturobjekte damit auch indirekt mit dem Klassenobjekt "urban" verknüpft (Fig. 15).

Als nächstes erfolgt die Segmentierung von "urban"- und "non urban"-Strukturobjekten.

Das Ziel ist die Extraktion von vollständigen zusammenhängenden "urban"- bzw. "non urban"-Flächen. Dazu wird eine neue Ebene von Strukturobjekten als Ober-Strukturobjekte der bisher extrahierten und klassifizierten Strukturobjekte mittels der lokalen Operation "Gründen" (Fig. 4) derart erzeugt, daß die neuen Ober-Strukturobjekte jeweils vollständig alle benachbarten Strukturobjekte als Unter-Strukturobjekte beinhalten, die entweder der Klasse "urban" oder der Klasse "non urban" zugeordnet sind. Das

Ergebnis sind Ober-Strukturobjekte auf einer neuen obersten Ebene, die jeweils eine Fläche mit einer einheitlichen "urban" oder "non urban"-Landnutzung repräsentieren.

- 5       Anschließend erfolgt die Klassifikation von "urban whole"- und "non urban whole"-Strukturobjekten auf der obersten Ebene.

10       Die zuletzt extrahierten Strukturobjekte werden mit einem Teilnetz von semantischen Wissensseinheiten klassifiziert, das die Klassenobjekte "urban whole" und "non urban whole" beinhaltet. Wiederum werden die Strukturobjekte zuordnend mit demjenigen Klassenobjekt verknüpft, zu dessen Merkmalsbeschreibung sie am besten passen. Als  
15       Merkmal kann hierfür zum Beispiel eine zuordnende Klassenverknüpfung mittels des Verknüpfungsobjekts vom Typus VKZ der Unter-Strukturobjekte berücksichtigt werden.

20       Das Ergebnis der zuvor beschriebenen Gesamtanalyse ist eine hierarchische Struktur von Strukturobjekten mit Datenpunktobjekten auf der untersten Ebene, mit den zunächst extrahierten und klassifizierten Strukturobjekten auf der nächsten Ebene und mit den zuletzt extrahierten und klassifizierten Strukturobjekten auf der obersten  
25       Ebene. Auf diese Weise ist die Bildinformation sowohl topologisch als auch semantisch über Strukturobjekte in unterschiedlichen Auflösungen gleichzeitig wiedergegeben (zum Beispiel Datenpunktobjekt, Strukturobjekt der Klasse "urban green", Strukturobjekt der Klasse "urban whole").  
30       Die Klassifikationen, die bezüglich eines bestimmten Bildelements gelten, können durch Vernetzung ausgehend von dem entsprechenden Datenpunktobjekt über das hierarchische Verknüpfungsobjekt vom Typus VSH zu Strukturobjekten, deren Verknüpfungen zu Klassenobjekten mittels  
35       des Verknüpfungsobjekts vom Typus VKZ und schließlich den Verknüpfungen entlang der Gruppierungshierarchie der Klas-

senobjekte mittels des Verknüpfungsobjekts vom Typus VG abgefragt werden.

Wie es bereits zuvor erläutert worden ist, ist die  
5 vorliegende Erfindung nicht auf den Anwendungsfall der  
Bildverarbeitung beschränkt, sondern kann überall dort  
angewendet werden, wo eine Datenstruktur verarbeitet wer-  
den soll, die Einzeldaten aufweist, die in einem topolo-  
gischen Zusammenhang stehen. Zum Beispiel kann eine Da-  
10 tenstruktur verarbeitet werden, die einer aus unter-  
schiedlichen Tonquellen zusammengesetzten Geräuschkulisse  
entspricht.

Bezüglich weiterer Merkmale und Vorteile der vorlie-  
15 genden Erfindung wird jedoch ausdrücklich auf die Offen-  
barung der Zeichnung verwiesen.

Ansprüche

5 1. Verfahren zur Verarbeitung von Datenstrukturen mittels miteinander vernetzten semantischen Einheiten, das die folgenden Schritte aufweist:

[a] Erfassen einer Datenstruktur; und

10 [b] Erzeugen, Analysieren, Abwandeln, Löschen und/oder Speichern von semantischen Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung aufgrund der erfaßten Datenstruktur unter Verwendung einer aus einem Netz von semantischen Wissensseinheiten bestehenden Wissensbasis, wobei

15 in iterativen Schritten semantische Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung klassifiziert werden und aufgrund dieser Klassifikation eine spezifische Verarbeitung aktivierbar ist, welche eine jeweilige semantische Struktureinheit und/oder ein bestimmtes Teilnetz verändert.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine erfaßte Datenstruktur aus mehreren Datenstrukturen besteht.

30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitung der erfaßten Datenstruktur ein Handhaben, Analysieren, Wiedergeben, Beschreiben, Komprimieren und/oder Speichern der erfaßten Datenstruktur beinhaltet.

35

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet, daß* semantische Struktureinheiten und semantische Wissensseinheiten semantische Einheiten sind.
- 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein Typus der semantischen Einheit ein Verknüpfungsobjekt ist, das jeweils zwei beliebige semantische Einheiten derart miteinander verknüpft, daß ein Typus und/oder ein Informationsinhalt des Verknüpfungsobjekts die Beziehung der zwei semantischen Einheiten zueinander bestimmt.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein Typus eines Verknüpfungsobjekts durch eine Bezeichnung des Verknüpfungsobjekts, durch einen Ort und/oder eine Auflistung in einer semantischen Einheit festgelegt wird, mit welcher das Verknüpfungsobjekt verbunden ist.
- 15
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein Verknüpfungsobjekt lediglich aus einer logischen Verknüpfung, lediglich aus einem Zeiger oder lediglich aus einer eindeutigen Kennzeichnung einer semantischen Einheit besteht.
- 20
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein bestimmtes Teilnetz als alle semantischen Einheiten eines bestimmten Typus und/oder einer bestimmten Klassifikation in einer bestimmten Entfernung definiert ist, die ausgehend von einer oder mehreren bestimmten semantischen Einheiten
- 25
- 30
- 35

direkt oder indirekt über andere semantische Einheiten eines bestimmten Typus mit dieser oder diesen verknüpft sind.

5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, *dadurch gekennzeichnet, daß* durch Verknüpfungsobjekte erzeugte Verknüpfungen durch Eintrag eines Gewichts in einen Informationsinhalt gewichtet werden.

10

10. Verfahren nach Anspruch 9, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein bestimmtes Teilnetz aus allen semantischen Einheiten besteht, die ausgehend von einer oder mehreren bestimmten semantischen Einheiten direkt oder indirekt über andere semantische Einheiten mit dieser oder diesen verknüpft sind, und bei Aufmultiplizieren der in den Verknüpfungsobjekten jeweils festgelegten Gewichte entlang des Verknüpfungswegs erreichbar sind, ohne daß ein vorbestimmter Schwellenwert über- oder unterschritten wird.

20

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, *dadurch gekennzeichnet, daß* folgende Merkmale zur Klassifikation von semantischen Struktureinheiten heranziehbar sind: Merkmale, die sich auf die Eigenschaft von semantischen Struktureinheiten beziehen, ohne die Analyse anderer semantischer Struktureinheiten oder der Beziehungen zu diesen; Merkmale, die sich durch eine Analyse einer Eigenschaft der vernetzten Umgebung einer semantischen Struktureinheit ergeben; Merkmale, die sich durch einen Vergleich einer Eigenschaft einer semantischen Struktureinheit mit einer entsprechenden Eigenschaft ihrer vernetzten Umgebung ergeben; und Merkmale, die sich durch einen Vergleich ei-

25

30

35



ner Eigenschaft einer semantischen Struktureinheit mit einer entsprechenden Eigenschaft eines bestimmten Teilnetzes in dem gesamten Netz von semantischen Struktureinheiten ergeben.

5

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11, *dadurch gekennzeichnet, daß* semantische Struktureinheiten Strukturobjekte, semantische Struktureinheiten verknüpfende Verknüpfungsobjekte oder Netze/Teilnetze von semantischen Struktureinheiten sind.

10

13. Verfahren nach Anspruch 12, *dadurch gekennzeichnet, daß* Strukturobjekte entsprechend der Topologie der erfaßten Datenstruktur zusammenhängend sind.

15

14. Verfahren Anspruch 12 oder 13, *dadurch gekennzeichnet, daß* Strukturobjekte jeweils an einen bestimmten topologischen Bereich der erfaßten Datenstruktur gebunden sind und diesen und/oder Eigenschaften von ihm repräsentieren und/oder daß Strukturobjekte nicht oder nicht ausschließlich an einen bestimmten Bereich der erfaßten Datenstruktur gebunden sind, sondern eine in der Datenstruktur nicht direkt enthaltene Information ergänzen.

20

25

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, *dadurch gekennzeichnet, daß* das Netz von semantischen Wissensseinheiten die folgenden Typen von semantischen Wissensseinheiten aufweist: Verknüpfungsobjekte, die semantische Wissensseinheiten untereinander verknüpfen; Merkmalsobjekte, die Merkmalsbeschreibungen bezüglich eines bestimmten Merkmals enthalten und einen

30

35

Auswertealgorithmus bezüglich eines bestimmten Merkmals beschreiben; Analyseobjekte, die durch Verknüpfung ein oder mehrere Merkmalsobjekte enthalten; Prozessierungsobjekte, die jeweils Algorithmen, mittels denen diejenigen semantischen Einheiten, mit denen diese verknüpft sind, und/oder ein bestimmtes Teilnetz veränderbar sind, und Ablaufsteuerungen bezüglich dieser Algorithmen enthalten; und Klassenobjekte, die jeweils eine Klasse repräsentieren und ein Analyseobjekt und/oder ein Prozessierungsobjekt enthalten, wobei mittels des Klassenobjekts semantische Einheiten analysiert, einer Klasse zugeordnet und/oder verändert werden.

15

16. Verfahren nach Anspruch 15, *dadurch gekennzeichnet*, daß auch eine Zugehörigkeit und/oder ein Zugehörigkeitswert einer semantischen Struktureinheit bezüglich einer Klasse als Eigenschaft für das bestimmte Merkmal nutzbar ist.

20

17. Verfahren nach Anspruch 16, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine jeweilige semantische Struktureinheit über ein klassifizierendes Verknüpfungsobjekt mit einem Klassenobjekt verknüpft wird, wobei das klassifizierende Verknüpfungsobjekt entweder ein analysierendes klassifizierendes Verknüpfungsobjekt, das die Zugehörigkeit oder der Zugehörigkeitswert zu der durch das Klassenobjekt repräsentierten Klasse feststellt, oder ein zuordnendes klassifizierendes Verknüpfungsobjekt ist, das eine semantische Struktureinheit der durch das Klassenobjekt repräsentierten Klasse mittels der Verknüpfung dem Klassenobjekt zuordnet.

35

18. Verfahren nach Anspruch 17, *dadurch gekennzeichnet, daß* Prozessierungsobjekte jeweils mit bestimmten Klassenobjekten verknüpft sind und diejenigen semantischen Einheiten, die mit einem jeweiligen Klassenobjekt über ein zuordnendes klassifizierendes Verknüpfungsobjekt verknüpft sind, und/oder deren jeweilige vernetzte Umgebungen verändern.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein Typus eines Verknüpfungsobjekts ein Merkmalsverknüpfungsobjekt ist, das ein Merkmalsobjekt mit einem Analyseobjekt verknüpft, wobei das Merkmalsverknüpfungsobjekt in den Merkmalsobjekten beschriebene Merkmalsbeschreibungen und Auswertealgorithmen auf semantische Einheiten anwendet, die mit einem jeweiligen Analyseobjekt verknüpft sind.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, *dadurch gekennzeichnet, daß* Merkmalsobjekte innerhalb eines Analyseobjekts zu Gruppen zusammengefaßt werden und/oder daß Unter-Gruppen von Merkmalsobjekten und/oder Merkmalsobjekte derart zu Ober-Gruppen zusammengefaßt werden, daß Auswertungsergebnisse der Auswertealgorithmen der Merkmalsobjekte und/oder der Unter-Gruppen innerhalb einer Gruppe über eine einheitliche Logik miteinander zu einem Auswertungsergebnis der Ober-Gruppe verknüpft werden.
21. Verfahren nach Anspruch 20, *dadurch gekennzeichnet, daß* die Verknüpfung und Verarbeitung der Auswertungsergebnisse der Auswertealgorithmen von Merkmalsobjekten und/oder Gruppen von Merkmalsobjekten innerhalb

eines Analyseobjekts auf einer Fuzzy-Logik beruht.

- 5        22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, *dadurch gekennzeichnet, daß* Strukturobjekte auch als Bestandteil von Merkmalsobjekten für eine Merkmalsauswertung heranziehbar sind.
- 10       23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22, *dadurch gekennzeichnet, daß* einzelne Strukturobjekte über eine Schnittstelle als typische Vertreter für jeweils eine Klasse markiert und die restlichen Strukturobjekte aufgrund dieser typischen Vertreter mittels eines Nearest-Neighbour-Verfahrens in einem vorgegebenen Merkmalsraum automatisch klassifiziert werden.
- 15
- 20       24. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 23, *dadurch gekennzeichnet, daß* semantische Struktureinheiten mittels einer Clusteranalyse in einem vorgegebenen Merkmalsraum zu Gruppen von ähnlichen semantischen Struktureinheiten für eine weitere Verarbeitung zusammengefaßt werden.
- 25
- 30       25. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 24, *dadurch gekennzeichnet, daß* Klassenobjekte zusammen mit den zu ihnen gehörenden Merkmalsobjekten derart automatisch erzeugt werden, daß sie jeweils ein Cluster von ähnlichen semantischen Struktureinheiten in einem vorgegebenen Merkmalsraum beschreiben.
- 35       26. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 25, *dadurch gekennzeichnet, daß* Klassenobjekte aufgrund der Merk-

malsbeschreibungen der in ihnen enthaltenen Merkmalsobjekte und/oder aufgrund der Eigenschaften der in ihnen zusammengefaßten semantischen Struktureinheiten klassifiziert werden und auf diese Weise zu Ober-Klassenobjekten zusammenfaßbar sind.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gewichtung bezüglich eines Merkmalsverknüpfungsobjekts verwendet wird, um festzulegen, wie stark ein in einem Merkmalsobjekt enthaltenes Auswertungsergebnis des Auswertealgorithmus bei einer Gesamtauswertung von mehreren Merkmalsobjekten berücksichtigt wird.

15

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein Typus eines Verknüpfungsobjekts ein hierarchisches Ähnlichkeitsverknüpfungsobjekt ist, das Klassenobjekte hierarchisch miteinander verknüpft und Analyseobjekte und/oder Merkmalsobjekte und/oder Prozessierungsobjekte von Ober-Klassenobjekten zu Unter-Klassenobjekten vererbt.

25

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß Merkmalsobjekte über Analyseobjekte mit einem Klassenobjekt verknüpft sind.

30

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Vererbung abhängig davon stattfindet, daß in einem Informationsinhalt eines jeweiligen Analyseobjekts und/oder Prozessierungsobjekts vermerkt ist, ob es vererbt wird oder nicht.

35

31. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß Merkmalsobjekte direkt mit einem Klassenobjekt verknüpft sind.

5

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Vererbung abhängig davon stattfindet, daß in einem Informationsinhalt eines jeweiligen Merkmalsobjekts und/oder Prozessierungsobjekts vermerkt ist, ob es vererbt wird oder nicht.

10

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sonderform eines Strukturobjekts ein Datenpunktobjekt ist, daß jeweils den topologischen Ort eines Einzeldatums der erfaßten Datenstruktur sowie das jeweilige Einzeldatum repräsentiert.

15

20

34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer in dem Netz von semantischen Einheiten enthaltenen Hierarchie von Struktureinheiten, in welcher Strukturobjekte, die einen kleineren Bereich der erfaßten Datenstruktur repräsentieren, im Sinne einer Einbettungshierarchie als Unter-Strukturobjekte topologisch eindeutig mit größeren Ober-Strukturobjekten, die einen gleich großen oder größeren Bereich der erfaßten Datenstruktur repräsentieren, verknüpft sind, die erfaßte Datenstruktur durch Strukturobjekte in unterschiedlichen Auflösungen gleichzeitig repräsentierbar ist, wobei eine unterste Ebene einer derartigen Hierarchie aus Datenpunktobjekten besteht.

25

30

35

35. Verfahren nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß durch Schritt [b] hervorgerufene Veränderungen der vernetzten Umgebung ein Löschen einer semantischen Struktureinheit; ein Verknüpfen einer semantischen Struktureinheit mit einer anderen semantischen Struktureinheit; ein Ändern eines Informationsinhalts einer semantischen Struktureinheit; ein Fusionieren von zwei oder mehr bereits vorhandenen Strukturobjekten; ein Erzeugen eines neuen Strukturobjekts als Ober-Strukturobjekt von einem oder mehreren bereits vorhandenen Strukturobjekten sowie ein Verknüpfen von ihm mit diesen; ein Ausgliedern eines Unter-Strukturobjekts aus seinem bisherigen Ober-Strukturobjekt, indem die Verknüpfung zwischen diesen aufgelöst wird, wodurch sich ein zu dem Ober-Strukturobjekt zugehöriger Datenstrukturbereich entsprechend verkleinert; ein Verknüpfen eines Strukturobjekts als Ober-Strukturobjekt mit einem anderen Strukturobjekt als Unter-Strukturobjekt, wodurch sich ein zu dem Ober-Strukturobjekt zugehöriger Datenstrukturbereich entsprechend vergrößert; ein Teilen eines Strukturobjekts in zwei oder mehr Strukturobjekte auf Basis der Unter-Strukturobjekte; und ein zuordnendes Verknüpfen einer semantischen Einheit mit einem Klassenobjekt und demgemäß ein Zuordnen der semantischen Einheit zu der durch das Klassenobjekt repräsentierten Klasse sind.
36. Verfahren nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Prozessierungsobjekt - enthaltene Algorithmen alle lokalen Operationen bezüglich einer jeweiligen semantischen Struktureinheit und/oder deren vernetzter Umgebung innerhalb des hierarchischen Netzes von semantischen Struktureinheiten betreffen.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 36, *dadurch gekennzeichnet, daß* in der Hierarchie von Struktureinheiten ein Datenstrukturbereich, den jedes Strukturobjekt repräsentiert, sich eindeutig aus den Datenstrukturbereichen zusammensetzt, die durch die jeweiligen Unter-Strukturobjekte des jeweiligen Strukturobjekts repräsentiert sind.
38. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 37, *dadurch gekennzeichnet, daß* das hierarchische Netz von semantischen Struktureinheiten an allen Stellen über eine einheitliche hierarchische Tiefe aufweist, wobei in diesem hierarchischen Netz jeweils ganze Ebenen von Strukturobjekten verarbeitet, erzeugt oder gelöscht werden.
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 38, *dadurch gekennzeichnet, daß* ein Typus eines Verknüpfungsobjekts ein hierarchisches Verknüpfungsobjekt ist, das Strukturobjekte hierarchisch als Ober-Strukturobjekte und Unter-Strukturobjekte miteinander verbindet.
40. Verfahren nach Anspruch 39, *dadurch gekennzeichnet, daß* bei einem Auflösen einer hierarchischen Verknüpfung mittels des hierarchischen Verknüpfungsobjekts eines Unter-Strukturobjekts zu seinem bisherigen Ober-Strukturobjekt eine Zusammenhängendheit des Ober-Strukturobjekts bezüglich einer Topologie der erfaßten Datenstruktur überprüft wird und bei einer Nicht-Zusammenhängendheit das Ober-Strukturobjekt in mehrere Strukturobjekte geteilt wird, die jeweils ei-



nen durch ein Aushängen des Unter-Strukturobjekts entstandenen zusammenhängenden Datenstrukturbereich des bisherigen Ober-Strukturobjekts repräsentieren.

5

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verfahren einer Randoptimierung derart durchgeführt wird, daß alle Unter-Strukturobjekte, die sich am Rand eines Ober-Strukturobjekts befinden, dahingehend analysiert werden, ob sie nach Maßgabe eines vorzugebenden Kriteriums besser zu einem zu dem Ober-Strukturobjekt benachbarten Strukturobjekt als zu dem bisherigen Ober-Strukturobjekt passen, und in diesem Fall eine hierarchische Verknüpfung mittels des hierarchischen Verknüpfungsobjekts zu ihrem bisherigen Ober-Strukturobjekt aufgelöst und eine neue hierarchische Verknüpfung mittels des hierarchischen Verknüpfungsobjekts zu dem besser passenden Ober-Strukturobjekt erzeugt wird.

20

42. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß Klassenobjekte und/oder Teilnetze von Klassenobjekten innerhalb eines Prozessierungsobjekts und/oder eines Merkmalsobjekts wiederum Bestandteil des Algorithmus bzw. Auswertealgorithmus sind.

25

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß Klassenobjekte bestimmte Attribute, die in ihnen beschrieben sind, auf derartige semantische Einheiten übertragen, die mit ihnen zuordnend verknüpft sind.

35

44. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erfaßte Datenstruktur eine digitale Bildinformation ist.

5

45. Verfahren nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildinformation eine beliebige Bildgebung, eine beliebige Dimensionalität, eine beliebige Kanalzahl und/oder Zeitfolgen aufweist.

10

46. Datenträger, der in ein Computersystem einsetzbar ist und auf dem ein Programmcode gespeichert ist, wobei das Computersystem in einem eingesetzten Zustand des Datenträgers in das Computersystem und einem aktivierten Zustand des Programmcodes auf dem Datenträger ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchführt.

15

FIG. 1

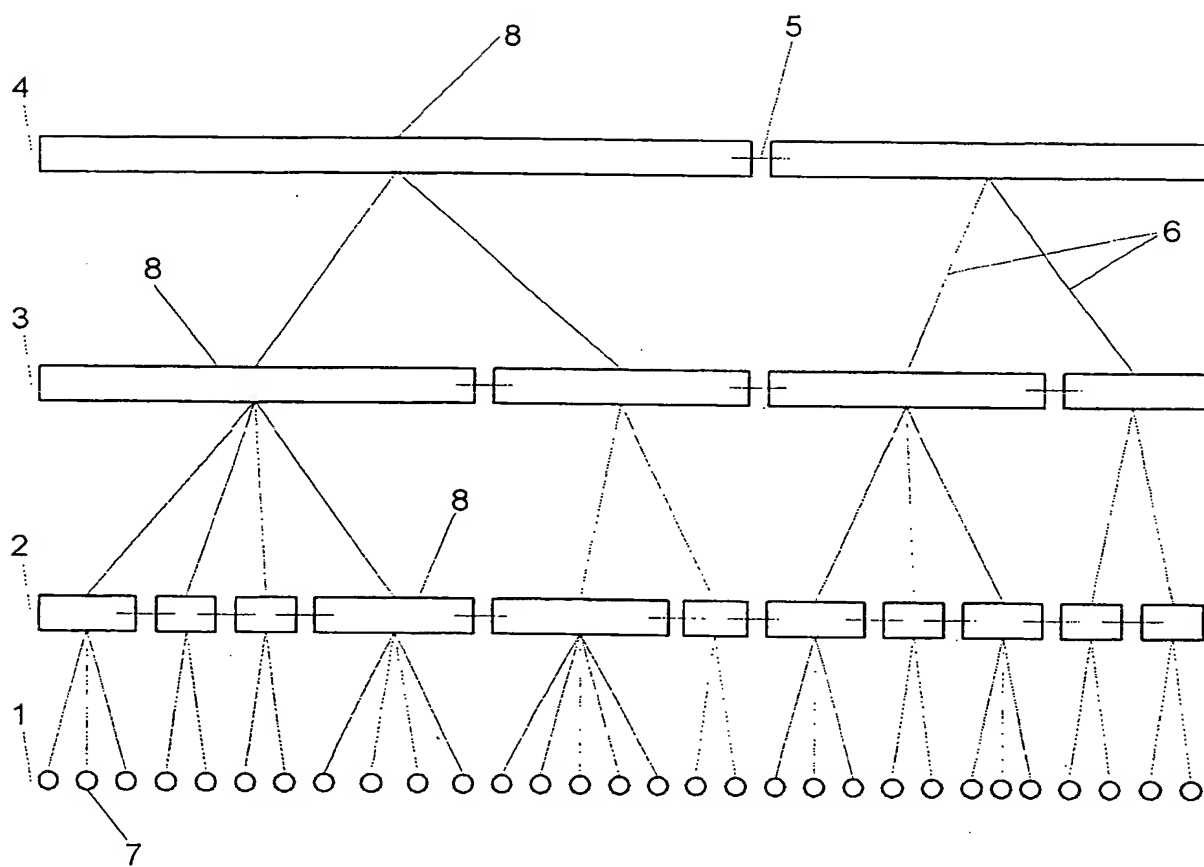


FIG. 1

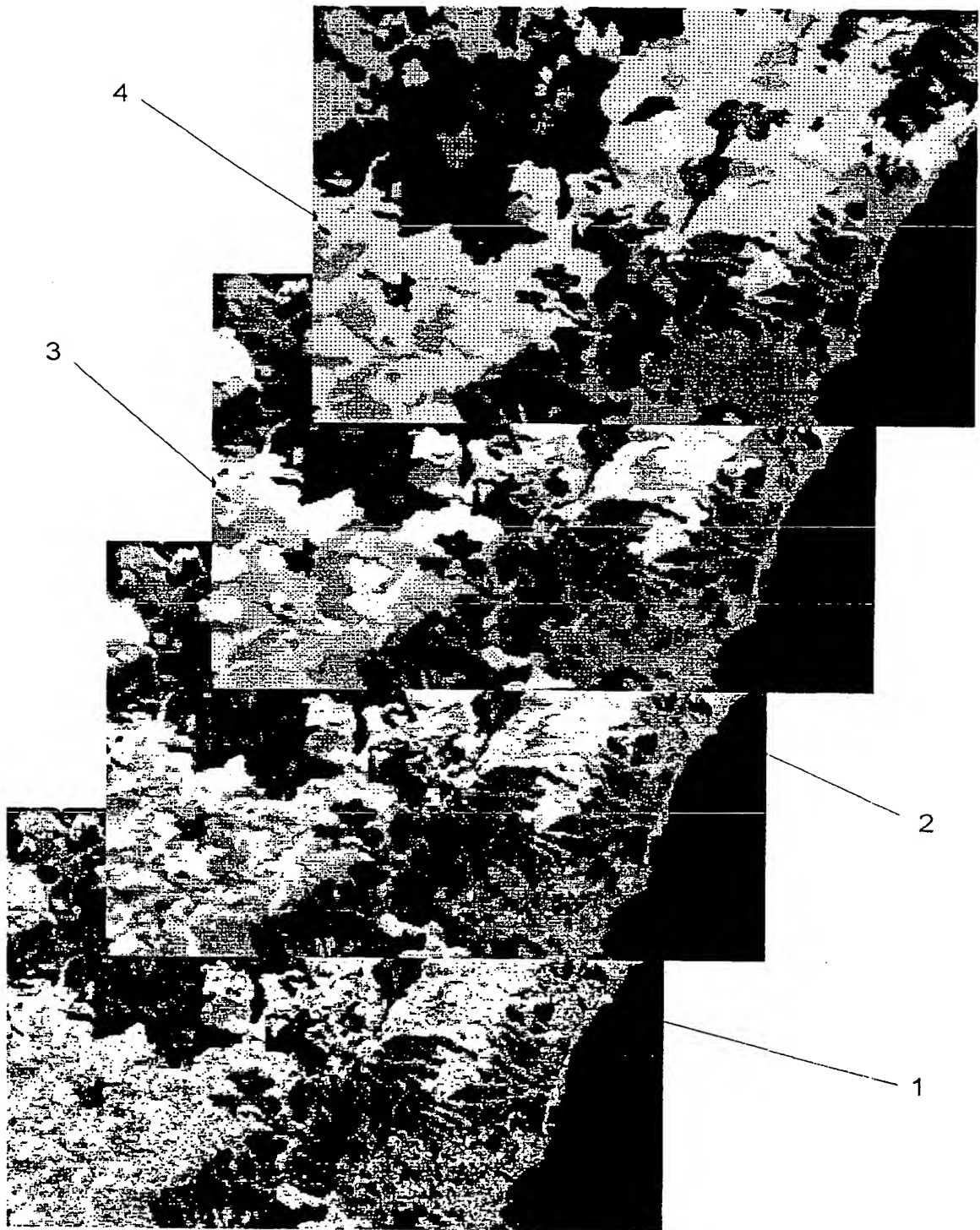


FIG. 3

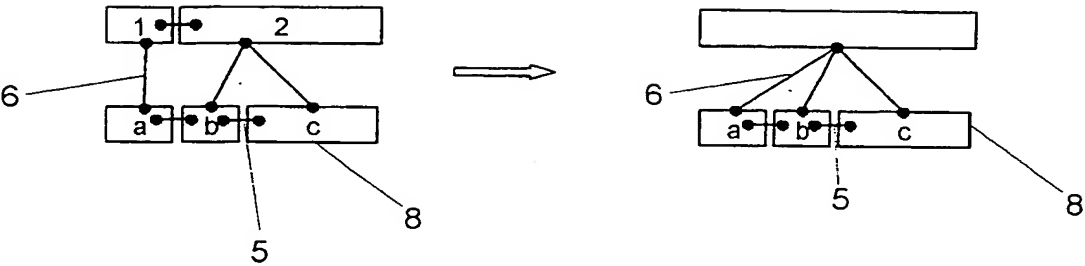


FIG. 4

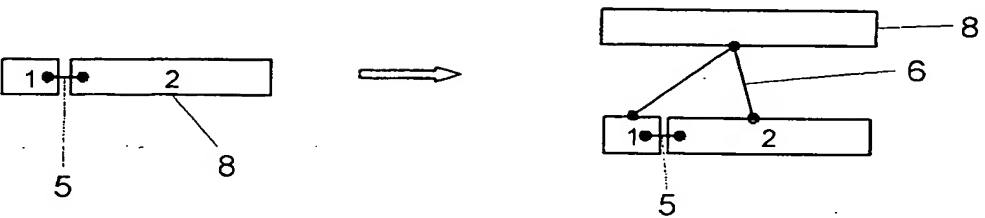


FIG. 5

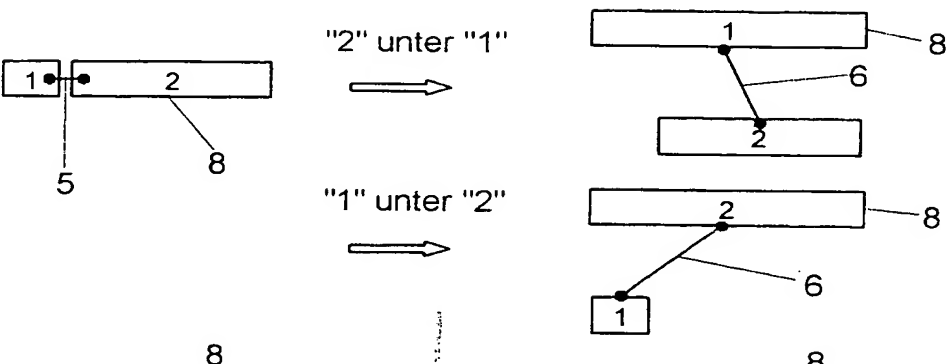


FIG. 6

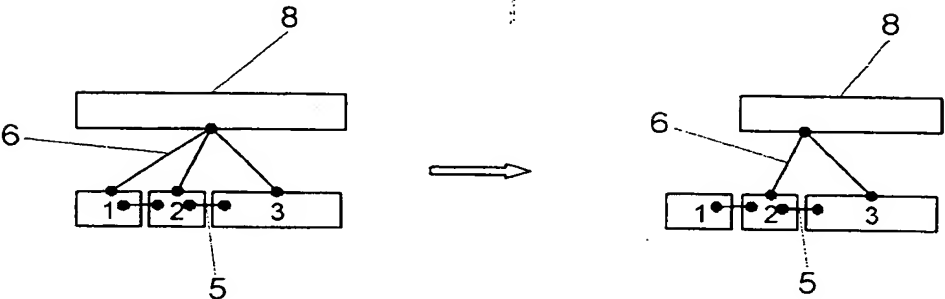


FIG. 7

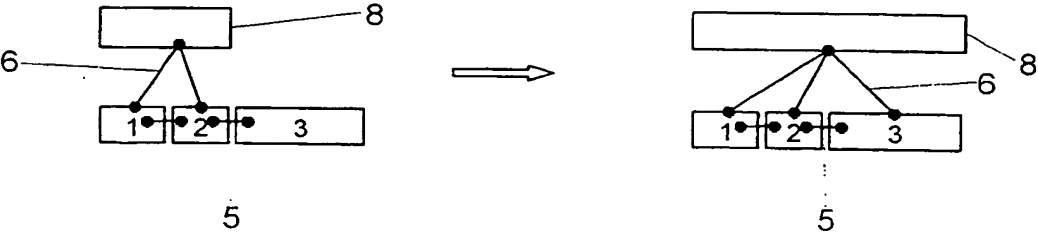


FIG. 8

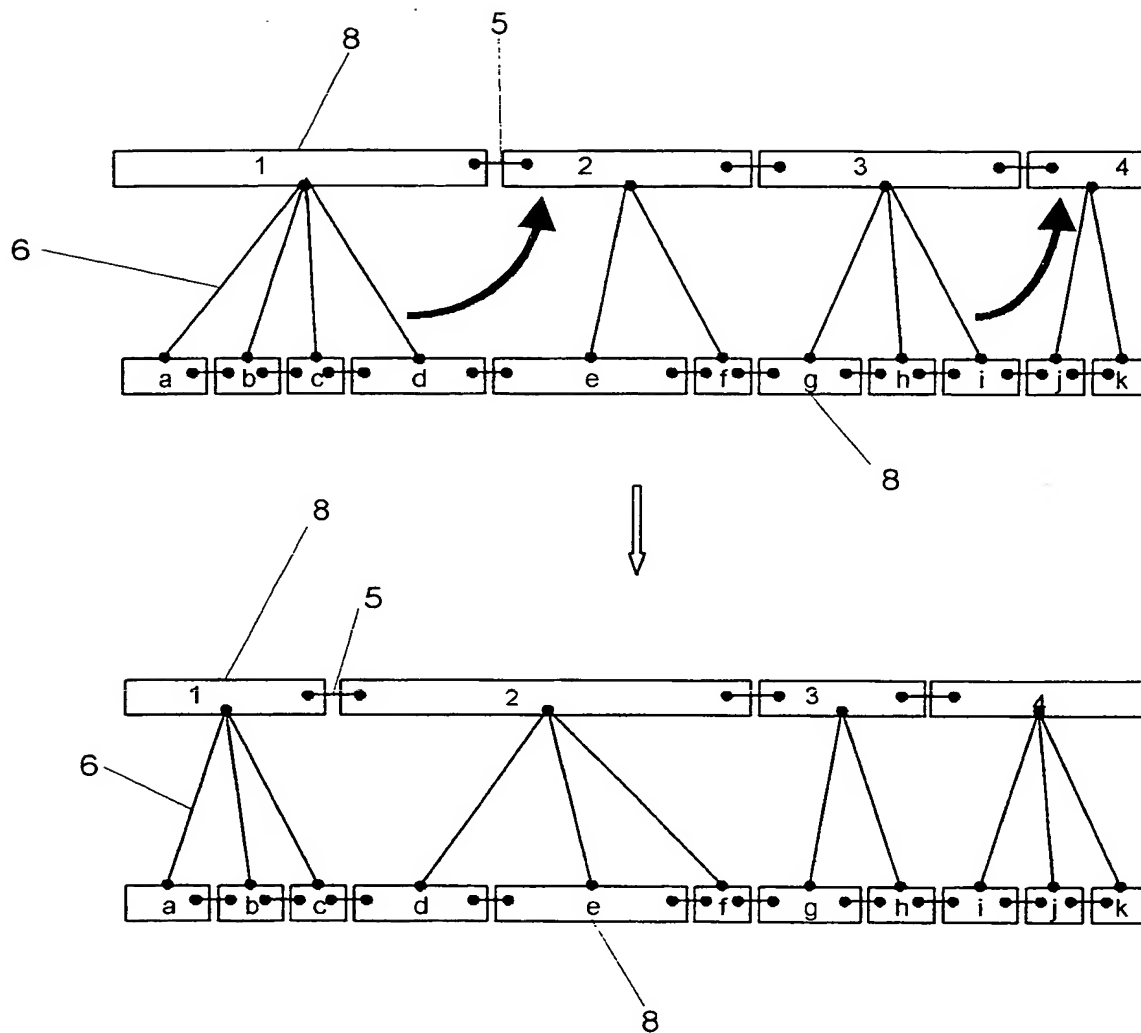


FIG. 9

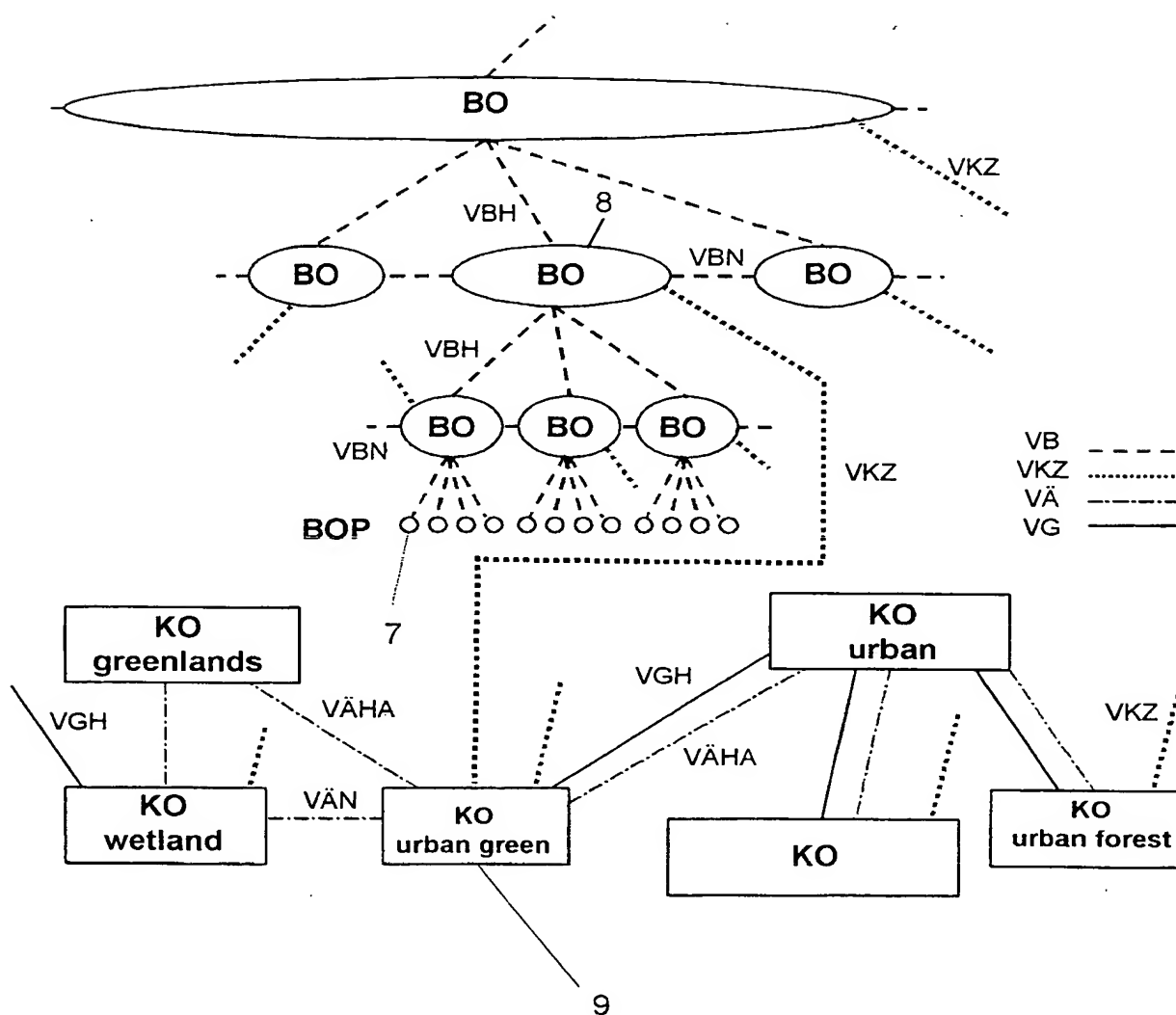


FIG. 10

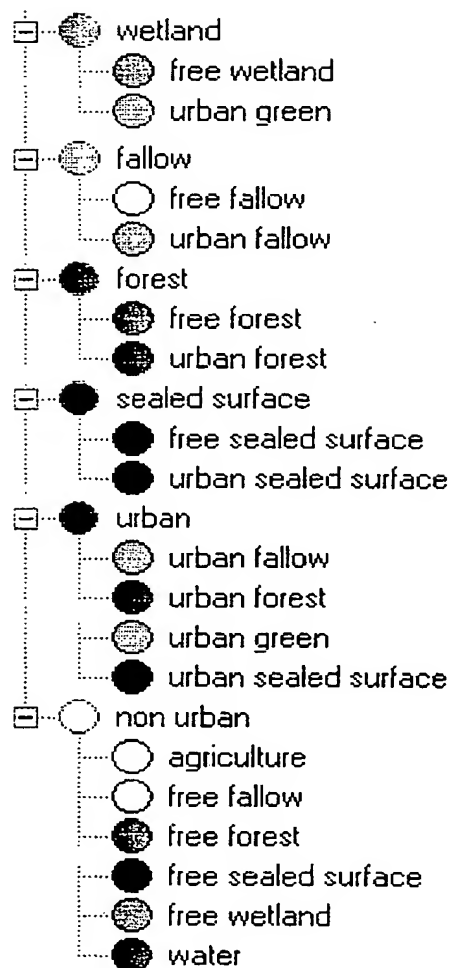


FIG. 11

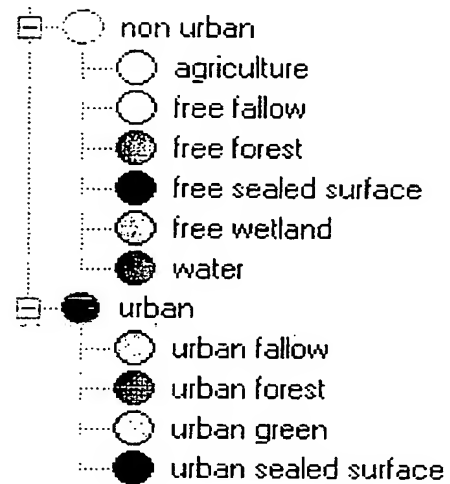




FIG. 12



FIG. 13



FIG. 14



FIG. 15



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Juni 2001 (21.06.2001)

PCT

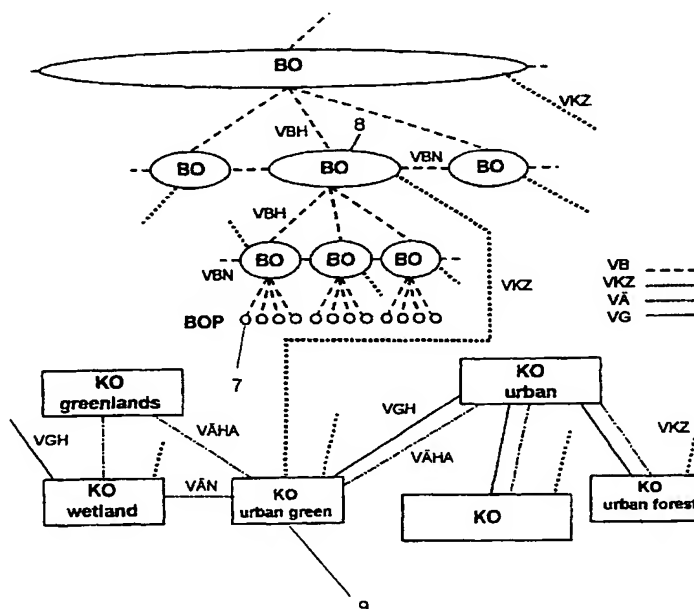
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/45033 A3**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G06N 5/02, (72) Erfinder; und  
G06K 9/68 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAATZ, Martin  
[DE/DE]; Neureutherstr. 28, 80799 München (DE).  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/12681 SCHÄPE, Arno [DE/DE]; Ganghofer Str. 23, 80339  
München (DE). SCHMIDT, Günter [DE/DE]; Jägerstr.  
11, 82008 Unterhaching (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Dezember 2000 (13.12.2000)  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 199 60 372.3 14. Dezember 1999 (14.12.1999) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): DEFINIENS AG [DE/DE]; Trappentreustrasse  
1, 80339 München (DE).  
(74) Anwalt: RÖSS, W.; Winter, Brandl, Fürniss, Hübner,  
Röss, Kaiser, Pol, te, Alois-Steinecker-Str. 22, 85354  
Freising (DE).  
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).  
Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PROCESSING DATA STRUCTURES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERARBEITUNG VON DATENSTRUKTUREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for processing data structures using interlinked semantic units. Said method involves the following steps: capturing a data structure; generating, analyzing, modifying, deleting and/or storing semantic structural units and/or the interlinks thereof on the basis of the data structure that has been captured by using a knowledge base consisting of a network of semantic knowledge units. Semantic structural units and/or the interlinks thereof are classified in iterative steps. A specific type of processing can be activated on the basis of said classification, which modifies a corresponding semantic structural unit and/or a given partial link.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/45033 A3



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:

10. Mai 2002

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Verarbeitung von Datenstrukturen mittels miteinander vernetzten semantischen Einheiten offenbart, das die folgenden Schritte eines Erfassens einer Datenstruktur; und eines Erzeugens, Analysierens, Abwandeln, Löschns und/oder Speicherns von semantischen Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung aufgrund der erfaßten Datenstruktur unter Verwendung einer aus einem Netz von semantischen Wissensseinheiten bestehenden Wissensbasis aufweist. Dabei werden in iterativen Schritten semantische Struktureinheiten und/oder deren Vernetzung klassifiziert und ist aufgrund dieser Klassifikation eine spezifische Verarbeitung aktivierbar, welche eine jeweilige semantische Struktureinheit und/oder ein bestimmtes Teilnetz verändert.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/12681

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06N5/02 G06K9/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06N G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, EP0-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>BOTTOMI P ET AL: "Matching the resolution level to salient image features" PATTERN RECOGNITION,US,PERGAMON PRESS INC. ELMSFORD, N.Y, vol. 31, no. 1, 1998, pages 89-104, XP004101071 ISSN: 0031-3203 the whole document</p> <p>---</p> <p>-/--</p>	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☐ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 July 2001

Date of mailing of the international search report

16/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sonius, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. lional Application No

PCT/EP 00/12681

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KUAN D ET AL: "CONSTRAINT-BASED IMAGE UNDERSTANDING SYSTEM FOR AERIAL IMAGERY INTERPRETATION" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS IN GOVERNMENT CONFERENCE,US,WASHINGTON, IEEE COMP. SOC. PRESS, vol. CONF. 4, 27 March 1989 (1989-03-27), pages 141-147, XP000040023 the whole document	1
A	FAHMY H ET AL: "A GRAPH-REWRITING PARADIGM FOR DISCRETE RELAXATION: APPLICATION TO SHEET-MUSIC RECOGNITION" INTERNATIONAL JOURNAL OF PATTERN RECOGNITION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE,SI,WORLD SCIENTIFIC PUBLISHING COMPAGNY, SINGAPORE, vol. 12, no. 6, 1 September 1998 (1998-09-01), pages 763-799, XP000781900 ISSN: 0218-0014 abstract	1
A	DELLEPIANE S ET AL: "MODEL GENERATION AND MODEL MATCHING OF REAL IMAGES BY A FUZZY APPROACH" PATTERN RECOGNITION,US,PERGAMON PRESS INC. ELMSFORD, N.Y., vol. 25, no. 2, 1 February 1992 (1992-02-01), pages 115-129,131-13, XP000263519 ISSN: 0031-3203 the whole document	1
A	NIEMANN H ET AL: "KNOWLEDGE BASED IMAGE UNDERSTANDING BY ITERATIVE OPTIMIZATION" ANNUAL GERMAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE,SPRINGER VERLAG, BERLIN,DE, no. 1, 17 September 1996 (1996-09-17), pages 287-301, XP000992226 cited in the application the whole document	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/12681

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G06N5/02 G06K9/68

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G06N G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

INSPEC, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BOTTOMI P ET AL: "Matching the resolution level to salient image features" PATTERN RECOGNITION,US,PERGAMON PRESS INC. ELMSFORD, N.Y., Bd. 31, Nr. 1, 1998, Seiten 89-104, XP004101071 ISSN: 0031-3203 das ganze Dokument --- -/--	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sonius, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	KUAN D ET AL: "CONSTRAINT-BASED IMAGE UNDERSTANDING SYSTEM FOR AERIAL IMAGERY INTERPRETATION" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS IN GOVERNMENT CONFERENCE,US,WASHINGTON, IEEE COMP. SOC. PRESS, Bd. CONF. 4, 27. März 1989 (1989-03-27), Seiten 141-147, XP000040023 das ganze Dokument ----	1
A	FAHMY H ET AL: "A GRAPH-REWRITING PARADIGM FOR DISCRETE RELAXATION: APPLICATION TO SHEET-MUSIC RECOGNITION" INTERNATIONAL JOURNAL OF PATTERN RECOGNITION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE,SI,WORLD SCIENTIFIC PUBLISHING COMPAGNY, SINGAPORE, Bd. 12, Nr. 6, 1. September 1998 (1998-09-01), Seiten 763-799, XP000781900 ISSN: 0218-0014 Zusammenfassung ----	1
A	DELLEPIANE S ET AL: "MODEL GENERATION AND MODEL MATCHING OF REAL IMAGES BY A FUZZY APPROACH" PATTERN RECOGNITION,US,PERGAMON PRESS INC. ELMSFORD, N.Y., Bd. 25, Nr. 2, 1. Februar 1992 (1992-02-01), Seiten 115-129,131-13, XP000263519 ISSN: 0031-3203 das ganze Dokument ----	1
A	NIEMANN H ET AL: "KNOWLEDGE BASED IMAGE UNDERSTANDING BY ITERATIVE OPTIMIZATION" ANNUAL GERMAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE,SPRINGER VERLAG, BERLIN,DE, Nr. 1, 17. September 1996 (1996-09-17), Seiten 287-301, XP000992226 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**